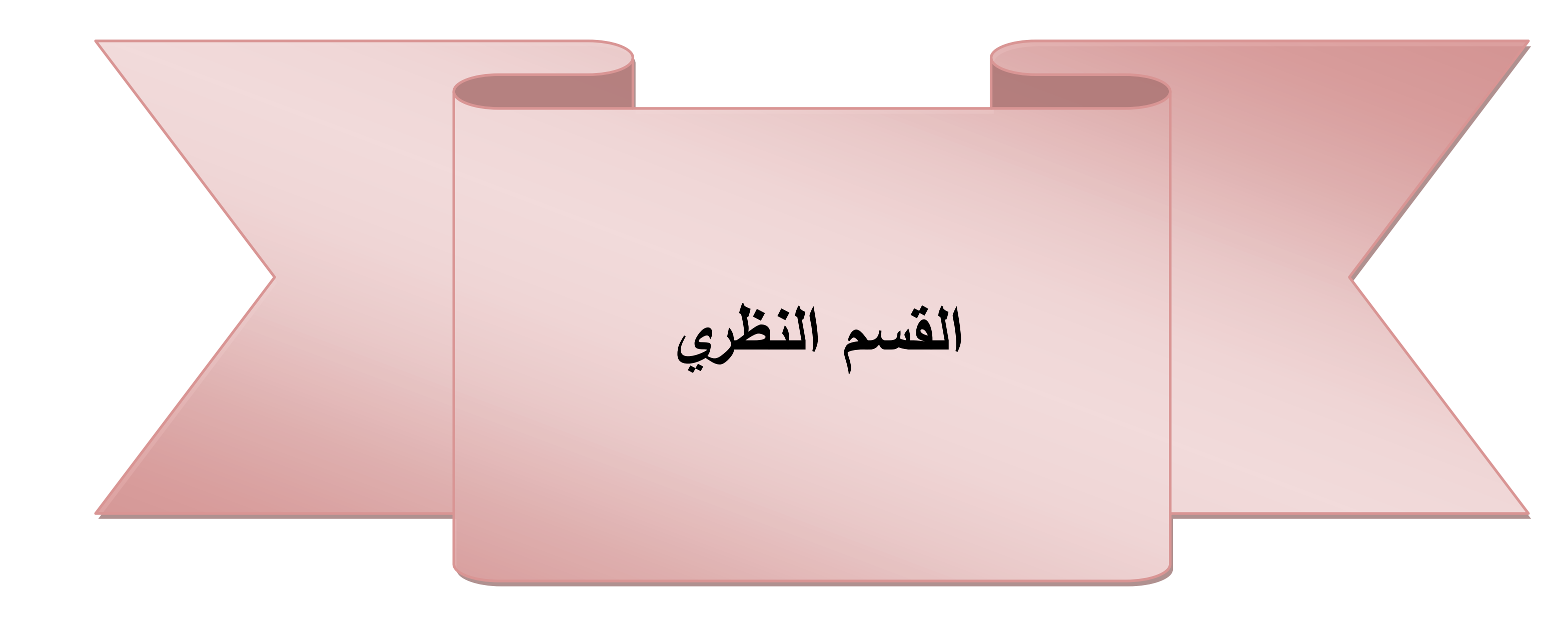
الفهرس


القسم النظري

معالجة مياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مياه قابلة للرمي في المسطحات المائية .

آلية عمل هذه المحطة :

هي تحويل الملوثات بكافة أنواعها إلى كتلة خلوية وماء معالج وغازات متطايرة

. $(N_2 - co_2)$

وبما أن الكتلة الخلوية الناتجة أثقل من الماء فتتم إزالتها بفصلها عن الماء في أحواض

الترسيب .... وما تبقى من الملوثات تتم إزالتها بأحواض التهوية وبأحواض

الترسيب الثانوي .

الفصل الأول

- مواصفات مياه الصرف الصحي
- مواصفات الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي
- كميات مياه الصرف الصحي
- تعابير خاصة بمياه الصرف الصحي

(1-1) مواصفات مياه الصرف الصحي :

تتركب مياه الفضلات عامة من حوالي (99 %) ماء وحوالي (1 %) من الشوائب والملوثات الضارة التي سيأتي تعريفها لاحقاً , ويطلق عادة تعبيرمياه المجاري(Sewage) على مياه الفضلات للإشارة إلى أنها تنقل عادة بشبكة المجاري العامة(Sewer Net work) في المدينة إلى محطة المعالجة أو إلى أي مصب طبيعي بعيداً عن المدينة .

(1-1-1) العوامل المؤثرة على مواصفات مياه الصرف الصحي :

- **طبيعة السكان .**
- **النشاط الصناعي في المنطقة المخدمة .**
- **استخدام الأرض .**
- **مستويات المياه الجوفية في المنطقة .**
- **درجة الفصل بين مياه الجريانات المطرية ومياه الصرف الصحي .**

(1-1-2) الصفات الفيزيائية لمياه الصرف الصحي :

توصف مياه الصرف الصحي من الناحية الفيزيائية بأنها ذات لون رمادي ورائحة نتنة

وتمثل حوالي (0.1 %) مواد صلبة (99.9 %) ماء .

وتقسم المواد الصلبة إلى (30 %) مواد صلبة معلقة .

و (70 %) مواد صلبة منحلة .

حيث يتم التخلص من المواد الصلبة المعلقة والغروانية والمنحلة بعمليات معالجة فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية حسب طبيعتها لأن عدم التخلص منها يؤدي إلى ترسب هذه المواد المعلقة على قاع المجرى المستقبل وتعرضها للتحلل اللاهوائي وتنتقل المواد المنحلة إلى المجرى المستقبل لتسهم بتهور نوعيته وفساده .

(3-1-1) الصفات الكيميائية لمياه الصرف الصحي :

تحوي مياه الصرف من الناحية الكيميائية على مركبات عضوية ومركبات لا عضوية وأشكال مختلفة من الغازات المنحلة .

1- المكونات العضوية :

وهي الناجمة عن فضلات الطعام والصناعات المختلفة وتشكل (70%) وأهم هذه المواد:

- الهيدروكربونات (Hydrocarbons) .
- الدسم والزيوت والشحوم (Fat,oil,and crease) .
- المواد السطحية الفعالة (المنظفات) .
- البروتينات (Protein).

2- المكونات اللاعضوية:

وهي الناجمة عن بعض المركبات الكيميائية اللاعضوية , وتشكل (30%) وأهم هذه المواد:

– القلوية (Alkalinity).

– الكلوريدات (Chlorides).

– المعادن الثقيلة (Heavy Metals).

– النتروجين (Nitrogen) بمركباته المختلفة .

– الفوسفور (Phosphorus) .

– الكبريت (Sulphor).

3– الغازات :

وهي الناجمة عن بعض التفاعلات البيوكيميائية ومن أهم هذه المواد:

– كبريتيد الهيدروجين (Hydrogen sulfide) (H_2S).

– الأمونيا (Ammonia) (NH_Y).

– الميتان (Methane) (CH_4).

– الأوكسجين (Oxygen) (o_2).

–ثنائي أكسيد الكربون (CO_2).

– النتروجين (Nitrogen) (N_2).

وتنتج الغازات (CH_4- NH4- H_2S) من تحلل المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف بمساعدة الأحياء المجهرية المساعدة على التحلل...

- ويتم التحلل بالأكسدة البيولوجية للمادة العضوية حيث يلزم لأكسدة المادة العضوية لتحويل جزء منها إلى طاقة (قدرة) لازمة لنمو الكائنات الدقيقة وتمكينها من استهلاك الغذاء (المصدر الكربوني) وذلك في حالات الاصطناع الكيميائي للكائنات الدقيقة .

وبالتالي نكون قد حولنا المادة العضوية إلى الكتلة الخلوية التي تتألف من أنواع عديدة من الكائنات العضوية الدقيقة (Micro organisms) تحتاج إلى عناصر غذائية عديدة أهمها الكربون بالإضافة إلى القدرة على تكاثرها , لذلك تهدف معالجة مياه المجاري إلى تشجيع هذه الكائنات الدقيقة الموجودة أصلا في مياه المجاري بكميات قليلة على استخدام المادة العضوية كمصدر للكربون والطاقة .

(4-1-1) تصنيف الكائنات العضوية الدقيقة:

تصنف الكائنات العضوية الدقيقة في ثلاثة أصناف وهي:

أ– حيوانية (Animals) : وهي كائنات متعددة الخلايا (Multi cellular) وذات نسيج خلوي (Cell tissue) متمايز , من أهم أنواعها :

- الدولابيات (Rotifers) .
- القشريات (Crustaceans) .

ب–نباتية (Plants) : وهي كائنات دقيقة متعددة الخلايا ذات نسيج متمايز , ومن أهم أنواعها :

- الأشنيات (Mosses) .
- السرخسيات (Ferns).
- البذريات (Seed plants).

وهذه الكائنات الدقيقة لا تدخل في عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي.

ج- المختلطة (Protista) : وهي كائنات دقيقة تقع في صنفين :

(ج-1) الكائنات معرفة النواة (Eucaryotes) : وهي كائنات متعددة الخلايا وذات نسيج غير متمايز من أهمها :

- **الطحالب (Algae) .**

- **الفطريات (Fungi).**

- **الأوليات (Protozoa).**

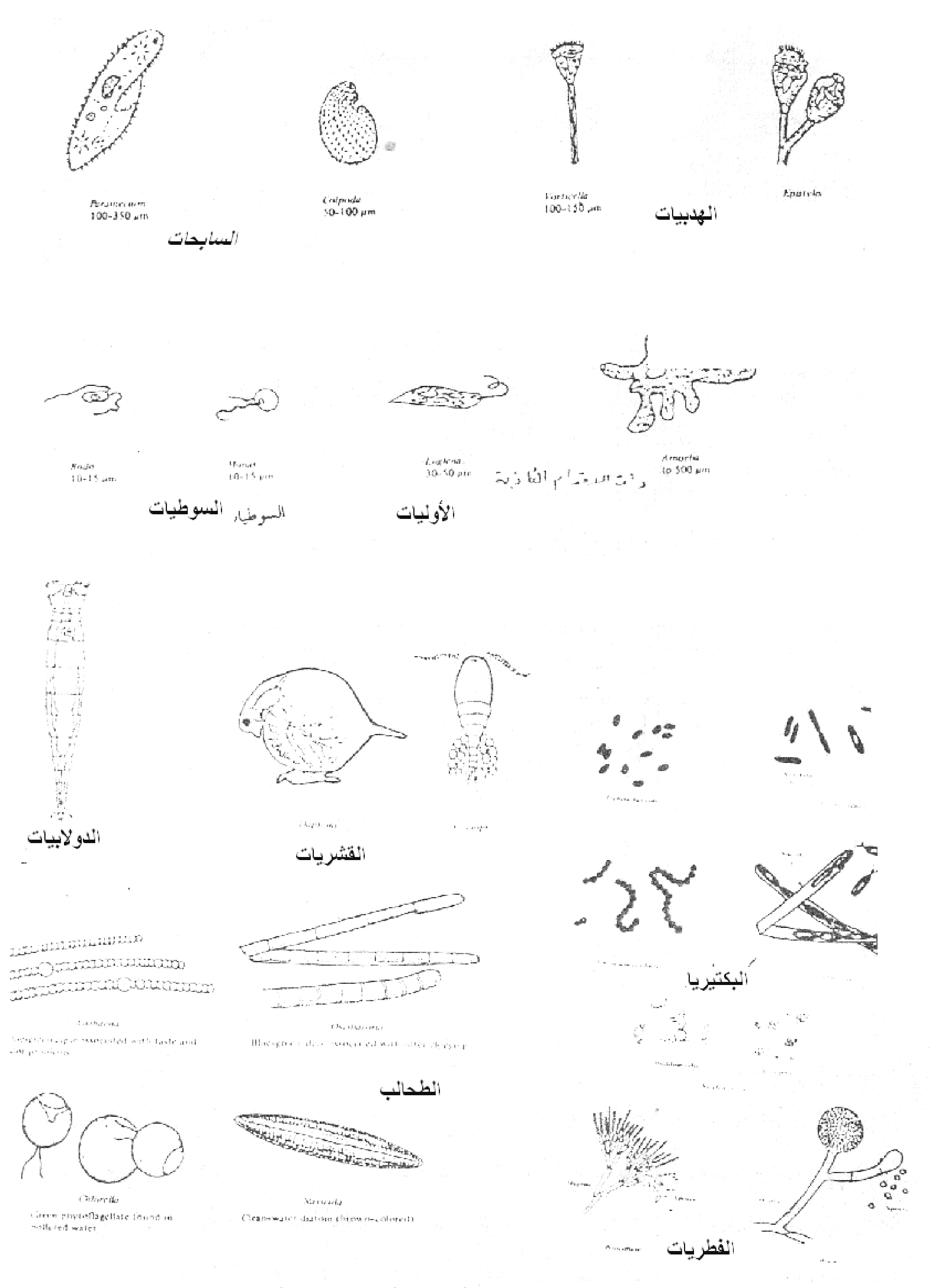
(ج-2) : الكائنات غير معرفة النواة (Procaryotes) :

وهي كائنات وحيدة الخلية وذات نسيج غير متمايز من أهمها:

1- البكتريا : (Bacteria) .

2- الطحالب الزرقاء الخضراء (Blue- green- Algae) . شكل (1-1)

إن أهم الكائنات العضوية الدقيقة في معالجة مياه المجاري هي البكتريا لذلك سنعطي في الفقرة التالية فكرة بسيطة عن نمو وتكاثر هذه العضويات وعلاقة ذلك بالغذاء (المواد العضوية) المتوفر في مياه المجاري .



بعض انواع الكائنات العضوية الدقيقة ذات العلاقة بمياه المجاري

الشكل (1-1)

(5-1-1) النمو البكتيري :

يحتاج النمو البكتيري إلى توفر بعض الشروط التي يمكن ذكرها :

1- مستقبل نـهائي للإلكترون.

2- مغذيات مساندة رئيسة (Macronutrients) وأهمها : (الكربون للبناء الخلوي – النتروجين للبناء الخلوي – الفوسفور لنقل القدرة وبناء الحمض النووي DNA .)

3- مغذيات مساندة دقيقة (Micronutrients) وأهمها :(المعادن النزرة(Tcrae Metals) وبعض أنواع الفيتامينات) .

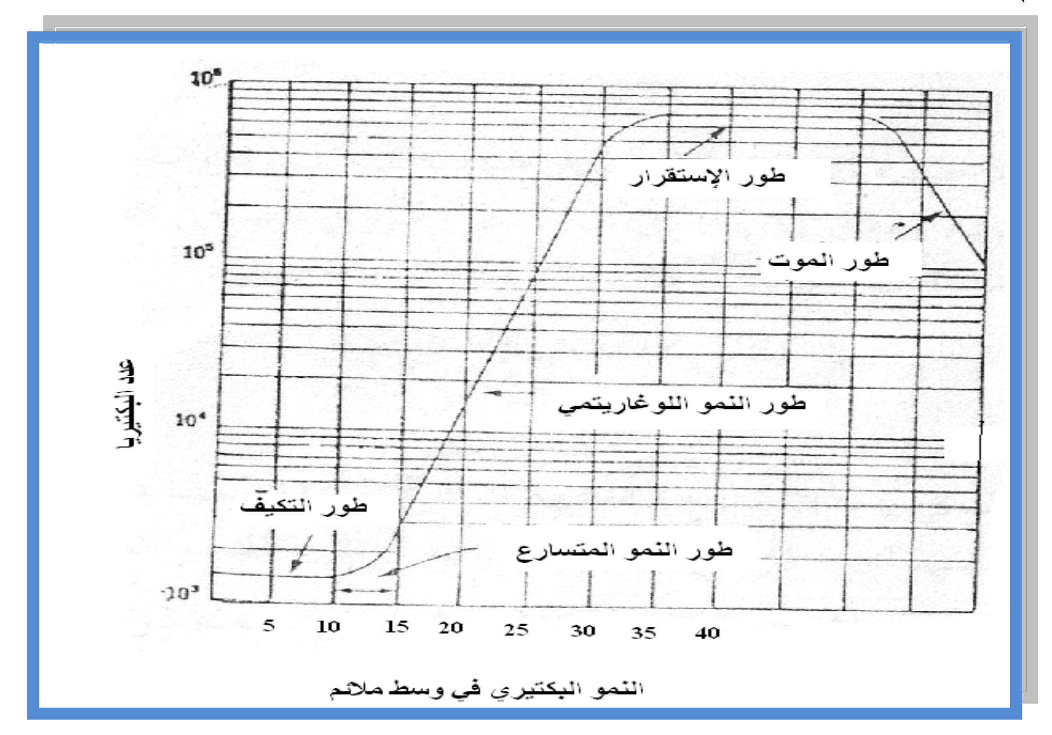
4- بيئة ملائمة : الرطوبة المناسبة – درجة الحرارة – PH .

حيث تتكاثر البكتريا بالانقسام الخلوي الثنائي (Binary fision) خلال فترة تتراوح بين (20-60) دقيقة .

في الواقع يبدأ النمو بالنسبة لأية خلية بكتيرية وضعت في وسط ملائم (نموذجي) معين بعد فترة زمنية من بداية وجودها في الوسط المذكور وذلك لكي تتكيف مع الظروف البيئية الجديدة ويدعى هذا الزمن مرحلة أو طور التكيف (Lag phase) ويكون التكاثر البكتيري شبه معدوم في هذه المرحلة . شكل (1-2)

بعد ذلك تبدأ الخلايا البكتيرية بالتكاثر بشدة متزايدة بازدياد عدد الخلايا التي تبدأ بالانقسام بشكل متتابع,وتسمى هذه المرحلة مرحلة النموالمتسارع(Accelerated Growth Phase). بعد ذلك وعندما يصبح عدد الخلايا البكتيرية كبيرا يصبح معدل الانقسام الخلوي منتظما وتسمى هذه المرحلة مرحلة النمو اللوغاريتمي (Log Growth Phase) .

وتمثل مرحلة النمو اللوغاريتمي على مخطط نصف لوغاريتمي بمستقيم ميله (n) . بعد هذه الفترة وبسبب نقصان الغذاء أو نتيجة لأية تأثيرات سمية أو تغير بعض الشروط البيئية يحدث توازن بين المعدل البكتيري ومعدل الموت البكتيري (Death Rate) , وفي هذه الحالة يكون عدد البكتريا ثابتا حيث تسمى هذه الفترة المرحلة المستقرة (Stationary Phase).



الشكل (2-1)

وبعد هذه المرحلة وبسبب تضخم الآثار السلبية أو نقصان الغذاء يصبح معدل الموت البكتيري أكبر من معدل النمو وبالتالي يتناقص عدد البكتريا بشكل شديد . وتدعى هذه المرحلة مرحلة الموت (Death Phase) .

(2-1) ملوثات مياه الصرف الصحي :

(1-2-1) مم تتألف مياه الصرف الصحي ؟

رغم أن نسبة الملوثات والشوائب المختلفة الموجودة في مياه المجاري لا تشكل أكثر من (1%) من إجمالي هذه المياه إلا أنها تعتبر مصدرا هاما للتلوث البيئي ومعظم الأمراض السارية التي تشكل خطرا على الصحة العامة . ومن هنا وجب التخلص من هذه المياه بنقلها بعيدا عن المدن ومن ثم معالجتها في محطات المعالجة(Sewage Treatment Plants) لإزالة التلوث العضوي والجرثومي , وللحصول على مياه نقية يمكن الاستفادة منها مرة أخرى .

(2-2-1) تصنيف ملوثات مياه الصرف الصحي حسب الحجم :

- مواد قابلة للترسيب الفيزيائي .
- مواد غير قابلة للترسيب الفيزيائي .
- مواد منحلة .
- الجراثيم .

(1-2-2-1) المواد القابلة للترسيب الفيزيائي :

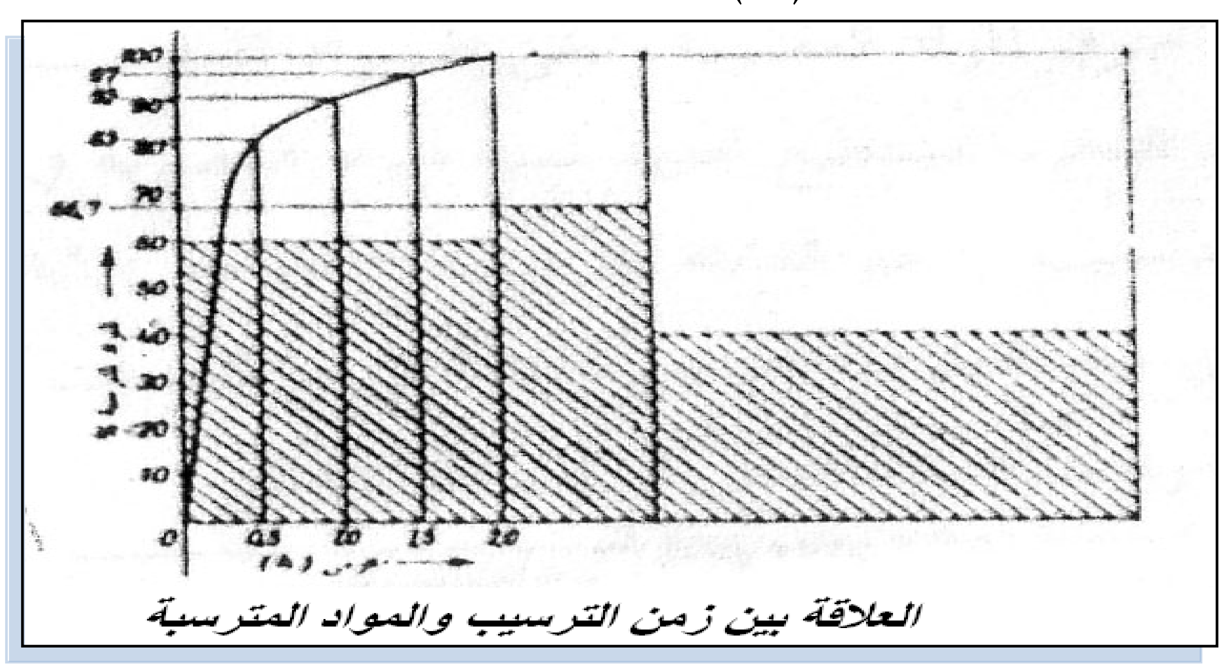
وهي اصطلاحاً المواد العالقة في المياه والتي يمكن ترسيبها تحت تأثير وزنها الذاتي خلال ساعتين من بدء التجربة القياسية الخاصة بترسيبها وتجرى التجربة القياسية بوضع (1) ليتر من مياه الصرف في قمع ترسيب قياسي (قمع أمهوف) أو في اسطوانة ترسيب

قياسية ونحدد كمية المواد المترسبة خلال الزمن , ويرسم مخطط بياني يحدد العلاقة بين زمن الترسيب ونسبة المواد المترسبة .

يلاحظ من الشكل (1-3) أن نسبة المواد المترسبة (كفاءة الترسيب) تزداد بشكل كبير في بداية عملية الترسيب فتبلغ حوالي :

- (83 %) بعد نصف ساعة .
- (92 %) بعد ساعة .
- (97 %) بعد ساعة ونصف .
- ثم تتباطأ سرعة الترسيب لتصل إلى (100 %) بعد ساعتين .

ويلاحظ أيضاً أن زيادة زمن الترسيب أكثر من (2) ساعة لن يزيد كفاءة الترسيب بشكل ملحوظ ولذلك فمن الإقتصادي عند تصميم المنشآت الخاصة بالتخلص من هذه المواد أن لانعتبر زمن الترسيب أكبر من (2) ساعة .



العلاقة بين زمن الترسيب والمواد المترسبة

الشكل (1-3)

ومن أهم تلك الملوثات (الجريش – الرمال) والتي تدخل شبكات المجاري عبر فوهات غرف التفتيش (Manholes) .

هذه الملوثات لاتسبب عادة أية أضرار بيئية ويمكن التخلص منها دون اتخاذ اجراءات وقائية هامة .

(2-2-2-1) المواد الغير قابلة للترسيب الفيزيائي :

وهي المواد العالقة والسابحة في المياه والتي لم تترسب خلال ساعتين من بدء عملية الترسيب , ويتم تحديد كمية هذه المواد بترشيح نصف ليتر من المياه التي تم ترسيب المواد القابلة للترسيب فيها بشكل مسبق وذلك عبر ورقة ترشيح قياسية حيث يتم حجز هذه المواد على سطح ورقة الترشيح وتحدد كمية هذه المواد بتحديد وزن ورقة الترشيح قبل وبعد التجربة وذلك بعد تجفيف هذه الورقة في فرن درجة حرارته (105 ْ) .

(3-2-2-1) المواد المنحلة :

وهي عبارة عن الملوثات الكيميائية (Chemical Pollutants)هي إحدى الأجزاء الهامة من عناصر التلوث في مياه الفضلات , وتعتبر الجزء الأساسي والأهم في مياه الفضلات المنزلية أو الصناعية ويصعب التخلص من قسم كبير منها بعمليات المعالجة البيولوجية التقليدية .

وتتلخص هذه الملوثات بالمواد الكيميائية كالحموض والأسس والأملاح المنحلة في مياه الصرف الصحي , ولتحديد كمية هذه المواد نأخذ (50) مل أو (100) مل من المياه التي تم ترشيحها عبر ورقة الترشيح القياسية , ومن ثم تبخر المياه باستخدام مصدر حراري , ثم نضع هذه العينة في فرن درجة حرارته (105°) حتى تجف العينة ونحدد كمية هذه المواد بتحديد وزن الجفنة التي وضعت فيها المياه بعد إجراء التجربة وحسم وزنها قبل إجراء التجربة وبتحديد نسبة هذه المواد إلى حجم العينة نستطيع حساب تركيزها في ليتر واحد .

(4-2-2-1) الجراثيم :

تحتوي مياه الصرف على أعداد هائلة من الجراثيم بأنواع عديدة لايمكن حصرها , ولتسهيل عملية تقييم هذه المياه جرثومياً نحدد العدد الكلي للجراثيم في وحدة الحجم من المياه ولتكن (100) مل حيث أن العدد الكلي للجراثيم يعطي مؤشراً على قابلية هذه المياه للمعالجة البيولوجية ولكن زيادة العدد الكلي للجراثيم يعطي احتمالاً أكبر باحتواء المياه على عدد أكبر من الجراثيم الممرضة .

كما ونحدد من جهة أخرى عدد العصيات المعوية (E . Coil) في وحدة الحجم من المياه وهي مؤشر على احتواء المياه للجراثيم المعوية والتي غالباُ ما تكون من الجراثيم الممرضة علماً أنه يجب ألا يزيد محتوى المياه المعالجة عن عدد محدد من هذه الجراثيم في وحدة الحجم .

(3-2-1) تصنيف ملوثات مياه الصرف الصحي حسب المنشأ :

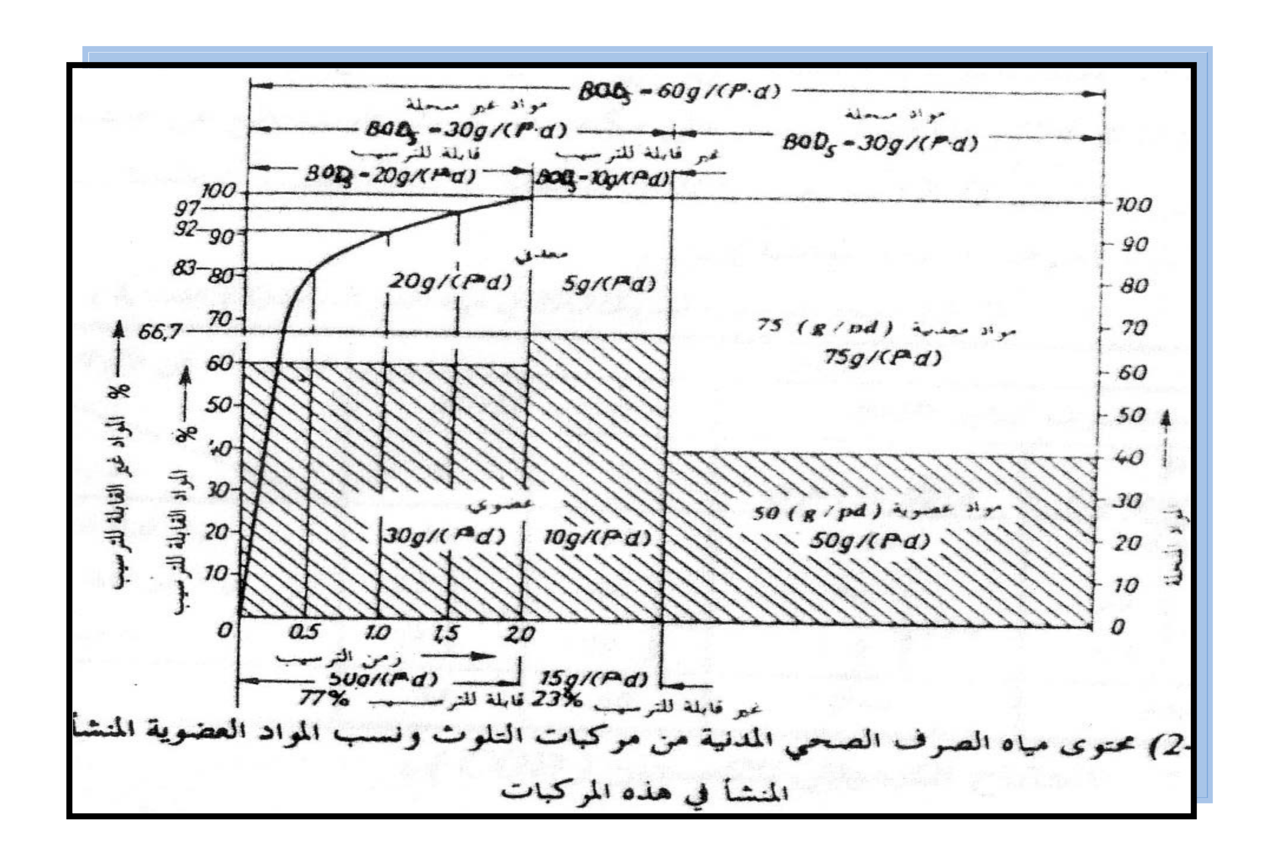
- مواد من منشأ عضوي .
- مواد من منشأ معدني .

(1-3-2-1) المواد من منشأ عضوي :

يمكن أن تكون هذه المواد إما نباتية أو حيوانية ....

1- المواد ذات المنشأ النباتي : وهي بقايا الأطعمة النباتية – الأخشاب – الأوراق وغالباً ما تكون هذه المواد سيللوزية تحتوي بشكل كبير على الهيدروكربونات أي مركبات الهيدروجن والكربون وتتميز هذه المواد العضوية بسهولة تفككها بيولوجياً حيث أنها تبدأ بالتفكك بعد وقت قصير من وصولها إلى مياه الصرف الصحي .

2- المواد ذات المنشأ الحيواني : وهي بقايا اللحوم والبروتين والدهون والبول....... وتتميز هذه المواد باحتوائها على عناصر الأزوت والهيدروجن والكربون ومن سماتها أنها تحتاج إلى عدة أيام (تصل إلى عشرة أيام) اعتباراً من وصولها إلى مياه الصرف الصحي لتبدأ في عملية التحلل البيولوجي .



(2- محتوى مياه الصرف الصحي المدنية من مركبات التلوث ونسب المواد العضوية المنشأ في هذه المركبات

الشكل (4-1)

(2-3-2-1) المواد من منشأ معدني :

وهي مواد معدنية غير قابلة للتحلل البيولوجي ويمكن أن تكون على هيئة حبيبات من رمل الكوارتز أو من الأتربة الناعمة , ويمكن أن تكون على هيئة حموض وأسس وأملاح معدنية , يرتفع تركيز هذه المواد بشكل كبير في مياه الصرف الصناعية الناتجة عن الصناعات الكيميائية غير العضوية ويعتبر وجود هذه المواد بتراكيز عالية في مياه الصرف الصحي على حساب المواد العضوية مؤشراً على صعوبة المعالجة البيولوجية لها ولابد من اتباع طرق معالجة بديلة مثل الترسيب الكيميائي , التناضح العكسي , التبادل الشاردي , الترشيح الرملي .

ويمكن تحديد محتوى المياه من المواد العضوية المختلفة بوضع المواد الملوثة لها والمفصولة عنها في فرن درجة حرارته تصل إلى (650ْ) حيث تحترق المواد العضوية

وتبقى المواد المعدنية , وبتحديد وزن الجفنة المحتوية على العينة قبل وبعد التجربة نستطيع تحديد نسبة المواد العضوية في كل مجموعة من مجموعات المواد الملوثة (القابلة للترسيب – الغير قابلة للترسيب – المنحلة) لمياه الصرف الصحي .

(3-1) كميات مياه الفضلات :

ةسقك لميئالصرف الصحي حوالي (90 %) من المياه العذبة المستهلكة في المدينة , من أجل ذلك يتم تحديد كميات مياه الفضلات حسب عدد السكان الحالي والمتوقع عند نهاية الفترة التصميمية لأي مشروع لتنفيذ شبكة مجاري عامة أو محطة معالجة , حيث يحسب مقدار الإستهلاك المائي الفردي اليومي الوسطي للسكان وتغيرات هذا الإستهلاك خلال الفترة التصميمية وذلك للحصول على الإستهلاك الإجمالي من المياه وبالتالي حساب الكميات الإجمالية من مياه الفضلات الناجمة عنها ......

ويحسب عدد السكان التصميمي (Design Population) بطرق عديدة ولكن أكثرها استخداماً طريقة النسبة المئوية المنتظمة للتزايد السكاني :

$$P_n = P_0(1+\Delta P)^n$$

P_n : عدد السكان المتوقع عند نهاية الفترة التصميمية أي بعد (n) سنة من بداية المشروع .

P_0 : عدد السكان الحالي (عند بداية الفترة التصميمية) .

ΔP : معدل الزيادة السكانية المئوية الوسطية , ويختلف هذ المعدل بين (5 %) في بعض الدول المتطورة و(3 %) في كثير من الدول النامية .

ويتراوح معدل الإستهلاك المائي الفردي اليومي الوسطي بين (100) ليتر للمجتمعات الفقيرة وحتى (500) ليتر في المجتمعات المتطورة .

وتتغير كمية مياه الصرف الصحي المطروحة في شبكة المجاري العامة بتغير معدلات الإستهلاك المائي لذلك يختلف معدل تصريف مياه الفضلات باختلاف عدد من الفترات هي التالية :

- ساعات اليوم : يزداد خلال ساعات الذروة الصباحية والمسائية ويقل خلال بقية ساعات اليوم .
- أيام الأسبوع : يزداد في أيام نهاية الأسبوع عنه في بقية الأيام .
- فصول السنة : يزداد خلال فصل الصيف عنه خلال فصل الشتاء .

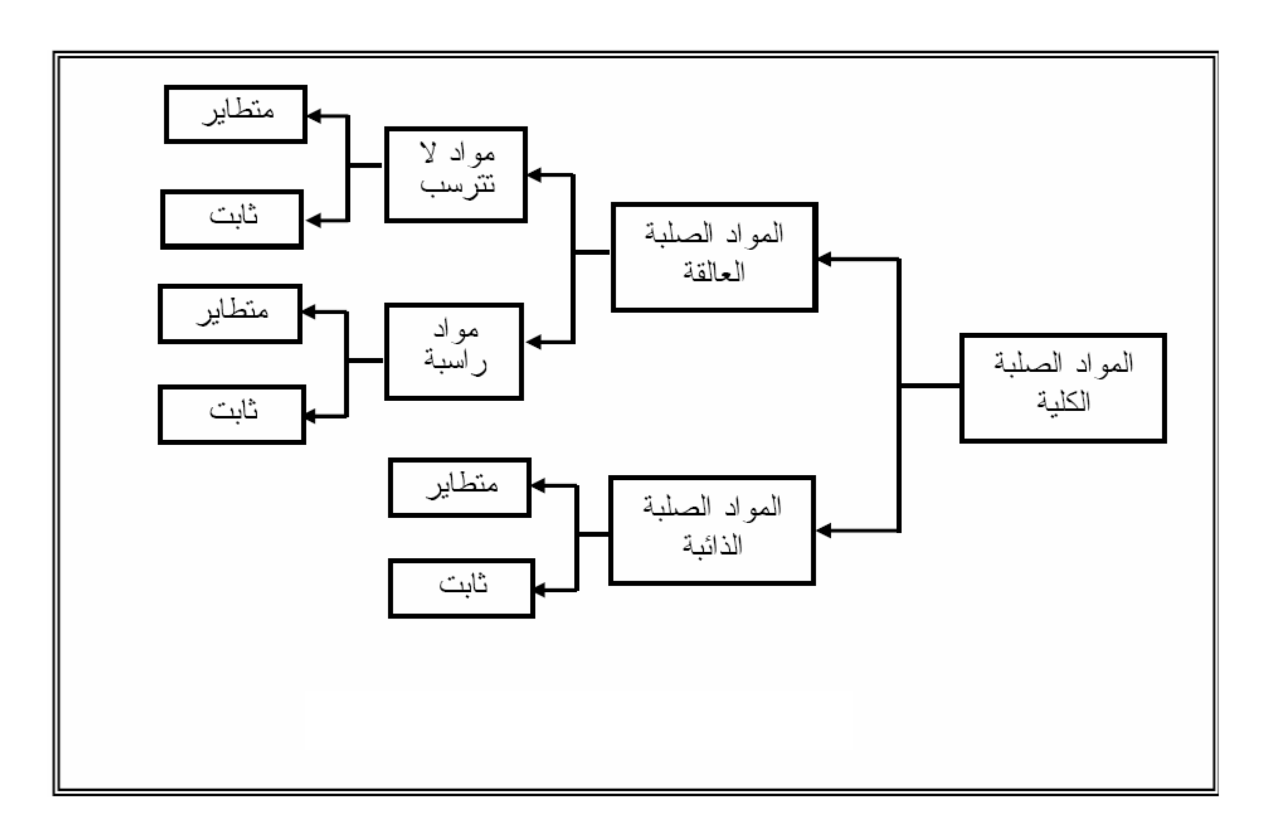
(4-1) تعابير ومفاهيم متعلقة بمياه الصرف الصحي :

❖ (1-4-1) المواد الصلبة الكلية :

يقصد بالمواد الصلبة الكلية (Total Solids) كافة المواد والشوائب المحمولة بمياه الفضلات سواء كانت رمالاً أو مواداً عضوية أولا عضوية أو جراثيماً .. الخ

نحصل على المواد الصلبة الكلية التي يرمز لها ب (TS) في مياه المجاري بتبخير عينة من تلك المياه تحت حرارة (105 ْ) والمتبقي بعد التبخير هو المواد الصلبة الكلية في مياه المجاري , ويعبر عنها عادة ب (mg \ L) .

تتألف المواد الصلبة الكلية من جزأين :



الشكل(1-5) أقسام المواد الصلبة الكلية

o (1-1-4-1) المواد الصلبة الكلية المعلقة (Total Suspended Solids)

(TSS) : هذا الجزأ يحجز فوق ورقة الترشيح عند ترشيح عينة من مياه المجاري, تتألف المواد الصلبة الكلية المعلقة عادة من قسم قابل للترسيب المباشر(Settleable) في أحواض الترسيب العادي , وقسم غير قابل للترسيب (Non Settleable) إلا بإضافة مواد مساعدة مخثرة (Coagulants) إلى المياه .

o (1-1-4-2) المواد الصلبة الكلية الراشحة (Total Filterable Solids)

(TFS) : هذا الجزأ يمر عبر ورقة الترشيح ويكون عادة إما بحالة غروية (Colloidal) أو ذائبة (Dissolved) أو بكليهما .

o (3-1-4-1) أقسام المواد الصلبة الكلية : إن المواد الصلبة الكلية تعبر عن مختلف أنواع الشوائب والملوثات الموجودة في مياه المجاري لذلك يتألف أي جزء من المادة الصلبة المعرفة سابقاً من قسمين بالحالة العامة هما :

1 – قسم عضوي (Organic) :

يتم تحديده بالمقدار الذي يتطاير (يتبخر) نتيجة حرق المادة الصلبة عند درجة حرارة حوالي (550°) وهذا القسم يدعى بالقسم الطيار (Volatile Fraction) .

2 – قسم لاعضوي أو فلزي (Mineral) :

وهو القسم الذي يبقى دون أن يتبخر نتيجة حرق المادة الصلبة , ويدعى القسم الثابت أو غير الطيار (Fixed or Non Volatite Fraction) .

وكلما كان القسم العضوي أكبر بالمقارنة مع القسم اللاعضوي كان ذلك دليلاً على شدة تلوث مياه الفضلات وعلى أن مصدر هذه المياه هو منزلي في الغالب وليس صناعي حيث أن معظم المخلفات الصناعية يكون القسم العضوي فيها قليل نسبياً .

❖ (2-4-1) درجة PH مياه الصرف الصحي :

تتراوح درجة ال PH لمياه الصرف الصحي بين (8-6.5) وإذا كانت درجة ال PH خارج المجال فإن ذلك سوف يؤثر على حياة البكتيريا , ولتحاشي ذلك تنشأ في هذه الحالة

أحواض يتم فيها تعديل درجة PH بإضافة الحموض والأسس تبعاً لمواصفات المياه وتدعى هذه الأحواض بأحواض التعادل ويجب الابتعاد عن تذبذب درجة ال PH خلال أوقات قصيرة لكي تستطيع البكتيريا التأقلم مع الوسط , وللتغلب على مثل هذه الحالة تنشأ أحواض تجمع فيها مياه الصرف الناتجة خلال فترة زمنية تسمح بالحصول على مياه بدرجة (PH) ثابتة تقريباً وتدعى هذه الأحواض بأحواض التجانس .

❖ (1-4-3) الإحتياج البيوكيميائي للأكسيجين (BOD) :

وهو كمية الأكسيجين التي تحتاجها البكتيريا في أثناء القيام بالتفكيك البيولوجي (النشاط الحيوي) لهضم الملوثات العضوية الموجودة في ليترواحد من مياه الصرف الخاضعة للتجربة وهو مؤشرعلى التلوث الشديد لمياه الصرف الصحي بالمواد العضوية القابلة للهضم البيولوجي .

إن قيمة هذا الإحتياج تتعلق بعوامل عديدة منها وجود البكتيريا نفسها في مياه الصرف الصحي وتوفر المادة الغذائية المناسبة لحياة هذه البكتيريا ووجود وسط ملائم من حيث درجة الحرارة ودرجة الحموضة للمياه وعدم وجود مواد سامة ضارة للبكتيريا , وأخيراً لابد من توفر وقت كاف لتتمكن البكتيريا من التأقلم مع الظروف الجديدة التي وجدت فيها , يشكل التلوث العضوي جزءاً هاماً من الملوثات الكيميائية التي تم بيانها سابقاً ويسهم في وجود التلوث العضوي ما يلي :

الهيدروكربونات – البروتينات – الزيوت – الشحوم – الدسم – المذيبات– الملوثات العضوية الخطرة – المركبات العضوية الطيارة – المبيدات الزراعية .

وبالتالي فمقدار التلوث العضوي هو عبارة عن الإحتياج الأكسيجيني الكيمياحيوي (Biochemical Oxygen Demand) ويعبر عنه ب(BOD) وللتمكن من مقارنة مياه الصرف الصحي من حيث تلوثها العضوي وبالأخص من حيث قيمة (BOD) يجب إجراء تجربة (BOD) في ظروف قياسية ولذلك يراعى عند إجراء التجربة أن تكون درجة حرارة الوسط هي(20 ْ) مع مراعاة تأمين الشروط التي ذكرناها سابقاً .

إن الهضم البيولوجي للمواد العضوية يستغرق زمناً قد يصل حتى 25 يوم , ولتوفير الوقت في إجراء التجربة يكتفي بتحديد قيمة BOD بعد خمسة أيام , وهذه القيمة تدعى بـ(BOD5) وهناك علاقة بين (BODtotal) و (BOD5)

BOD5= (% 68.4) BODtotal

ويلاحظ أن قيمة BOD تنخفض في كل يوم بنسبة (20.6 %) من قيمة BOD المتبقية عندما تكون درجة الحرارة (20 ْ) .

وتتكون قيمة BOD5 التي نحصل عليها نتيجة لمجموع أربعة تفاعلات حيوية جزئية وهي :

1 – التنفس الأساسي للبكتيريا أثناء الإستفادة الوظيفية من المواد العضوية المنحلة في الماء .

2 – التنقس الداخلي للبكتيريا بعد توقف التنفس الأساسي للبكتيريا ونفاذ المادة الغذائية الموجودة خارج الخلية وعندها تقوم البكتيريا باستهلاك المادة الغذائية الموجودة داخلها.

3 – تنفس الأجسام المجهرية المفترسة للبكتيريا .

4 – تنفس البكتيريا التي تقوم بنترتة المواد الآزوتية .

ولتحديد قيمة BOD5 يمكن اعتماد عدة طرق أكثرها شيوعاً الطريقة التي تعتمد وضع مياه الصرف في زجاجة مغلقة تتصل بمانومتر زئبقي يتحرك عندما يستهلك الأكسيجن في العينة نتيجة للضغط السالب الذي يتولد عن ذلك, ومن مزايا هذه الطريقة أنها تمكّن من متابعة تطور استهلاك الاكسيجن الحيوي بدلالة الزمن ورسم منحني بياني يعبر عن ذلك

.

ولتحديد قيمة BOD الكلية بشكل صحيح يجب إضافة مواد كيميائية لمنع استهلاك المواد العضوية التي تحتوي على مركبات آزوتية بالإضافة إلى وضع مواد كيميائية لإمتصاص غاز CO_2 المنطلق أثناء التجربة .

وكلما كان مقدار ال(BOD) كبيراًًُ كلما كان التلوث العضوي في مياه الفضلات كبيراًًُ , ويقاس ال(BOD) عادة ب (mg \ L) .

❖ (4-4-1) الإحتياج الكيميائي للأكسيجن (COD) :

وهي كمية الأكسجين اللازمة للأكسدة الكيميائية المباشرة للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي والتي تتم بواسطة مواد مؤكسدة قوية مثل(دي كرومات البوتاسيوم) أو (برمنغنات البوتاسيوم) وهو مؤشر على كمية الملوثات العضوية الكلية الموجودة في مياه الصرف (القابلة للهضم البيولوجي بالإضافة إلى تلك التي لايمكن هضمها بيولوجياًًُ إلا بصعوبة كبيرة) .

إن قيمة COD لعينة ما من مياه الصرف هي أعلى عند استخدام (دي كرومات البوتاسيوم) في إجراء التجربة منه عند استخدام (برمنغنات البوتاسيوم) .

ولذلك لابد من الإشارة إلى نوع المادة المستخدمة المؤكسدة عند إعطاء نتيجة التجربة , وتبلغ قيمة COD وسطياً لمياه الصرف المدينة عند استخدام (دي كرومات البوتاسيوم) حوالي (600 mg\l) أما بالنسبة لمياه الصرف الصناعية فقد تصل حتى عدة آلاف . فيما لو استخدمنا (برمنغنات البوتاسيوم) لتحديد قيمة COD لمياه الصرف المدينة لكانت هذه القيمة تتراوح بين (300-400 mg\l) .

إن مؤشر COD يفيد في تقييم مياه الصرف من حيث درجة تلوثها بالمواد العضوية (القابلة للهضم العضوي – وغير القابلة للهضم العضوي) وهو مؤشر تلوث في كثير من المواصفات يجب أخذه بالإعتبار عند إلقاء مياه الصرف الصحي في المصادر المائية أو عند صرفها إلى شبكة الصرف العامة .

❖ (5-4-1) التلوث البيولوجي :

ينجم عن وجود الكائنات العضوية الدقيقة على اختلاف أنواعها في مياه الفضلات .

ويمكن تقسيم هذه الكائنات العضوية الدقيقة إلى قسمين :

A – الكائنات العضوية الدقيقة ذات العلاقة بمعالجة مياه الفضلات ويعتبر وجودها ضرورياً لإتمام المعالجة البيولوجية في محطات المعالجة كالبكتيريا والبروتوزوا والفطريات والطحالب والدولابيات ... كما تم شرحهم سابقاً .

B– الكائنات العضوية الدقيقة المسببة للأمراض(Pathogenic Microoganisms)

والديدان , والتي يعتبر وجودها خطراً على الصحة العامة ويجب التخلص منها بشتى الوسائل المتاحة .

والجدول التالي يبين أهم التراكيز لأهم التعابير المتعلقة بمياه الصرف الصحي :

العنصر الملوث	الوحدة	التركيز		
		ضعيف	متوسط	شديد
المواد الصلبة الكلية	Mg|l	350	720	1200
الذائبة	Mg|l	250	500	850
ثابتة	Mg|l	145	300	525
طيارة	Mg|l	105	200	325
المعلقة	Mg|l	100	220	350
ثابتة	Mg|l	20	55	75

طيارة	Mg|l	80	165	275
المواد الصلبة القابلة للترسيب	Mg|l	5	10	20
الاحتياج الأوكسيجيني الكيمياحيوي	Mg|l	110	220	400
الكربون العضوي الكلي	Mg|l	80	160	290
الاحتياج الأوكسجيني الكيميائي	Mg|l	250	500	1000
النتروجين الكلي	Mg|l	20	40	85
العضوي	Mg|l	8	15	35
أمونيا حرة	Mg|l	12	25	50
نتريت	Mg|l	0	0	0
نترات	Mg|l	0	0	0
الفوسفور الكلي(p- الكلي)	Mg|l	4	8	15
العضوي	Mg|l	1	3	5
اللاعضوي	Mg|l	3	5	10
الكلورايدات(cl) زيادة	Mg|l	30	50	100

عن موجود الماء العذب				
السلفات (SO4) زيادة عن موجود الماء العذب	Mg|l	20	30	50
القلوية (Caco3)	Mg|l	50	100	200
الزيوت والشحوم(O&G)	Mg|l		100	150
المركبات العضوية الطيارة (VOC)	Mg|l		100-400	>400
إجمالي العصيات(TC)	MPN|100ml		10^7-10^8	10^8-10^9

الفصل الثاني

- الهدف من المعالجة.
- محطة المعالجة.
- مراحل المعالجة

والمشاكل المحتملة لأجزاء المحطة.

المقدمة :

تزايد الحاجة على الماء النظيف يستدعي نظافة أكبر لمياه الأنهار والمصادر المائية للاستعمالات المختلفة (بشرية – صناعية – زراعية – استجمام ......الخ) وهذا يجعل من الضروري تأمين معالجة كافية لمياه الصرف الصحي , وتزداد الحاجة للمعالجة بتفاقم مشكلة ندرة الماء النظيف في العالم وخاصة حول التجمعات السكانية الكبيرة, إن معايير

نقاء أو صلاحية مياه الصرف الصحي للرمي في المستودعات المائية تهتم أساساً بتركيز المواد الصلبة المعلقة (ss) والاحتياج البيوكيميائي (BOD_5) وذلك تبعاً لنسبة تمديد مياه الصرف بمياه المستودع المائي المستقبل .

(2-1) الهدف من المعالجة :

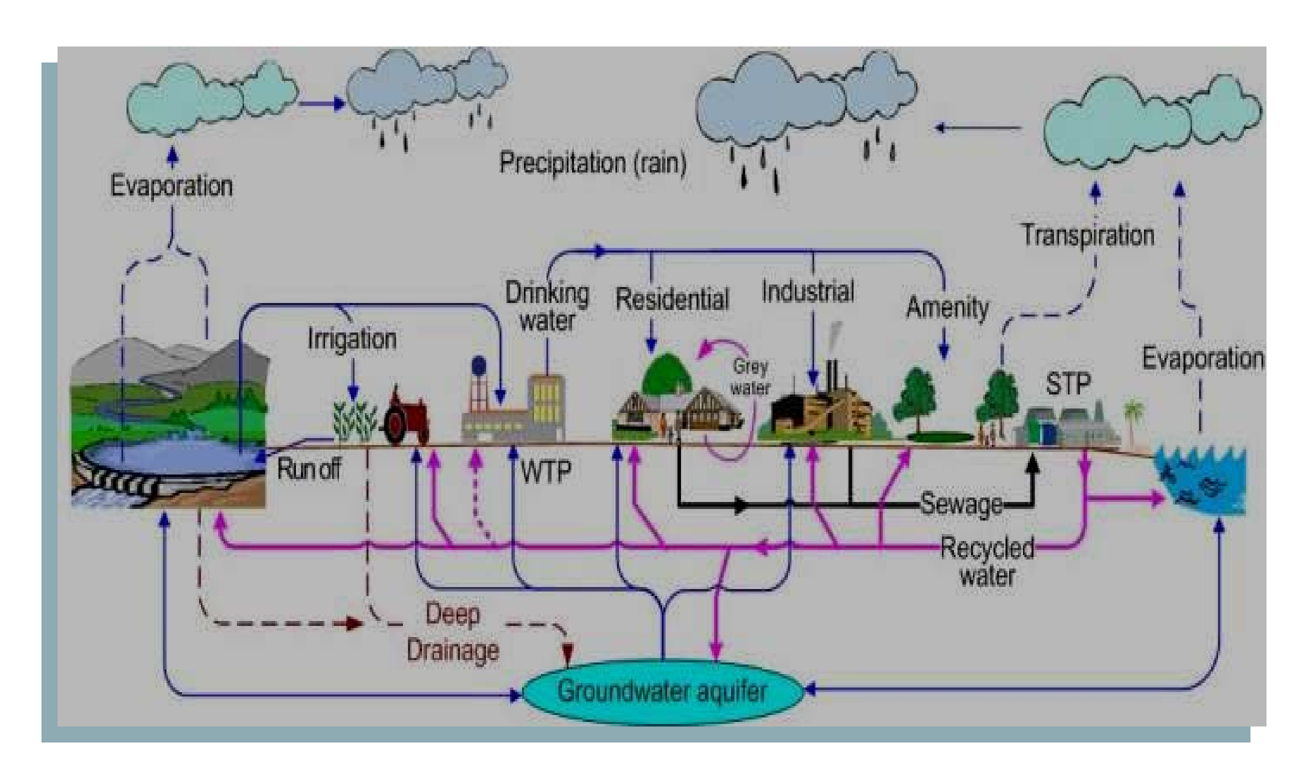
(2-1-1)الطرق المحتملة لتلوث الكتل المائية المستقبلة لمياه الصرف الصحي:

إن الكتل المائية المستقبلة لمياه الصرف يمكن أن تتلوث بطرق عدة منها :

أولاً : إذا حوت مياه الصرف على كمية فائضة من المواد المعلقة (تسبب ترسباً للطمي على سرير المجرى المائي) .

ثانياً : إذا حوت مياه الصرف على كمية فائضة من المواد العضوية المستهلكة للأكسجين تسبب إزالة كلية أو جزئية للأكسجين المنحل الموجود في المجاري المائية المستقبلة , تكون هذه الإزالة مؤثرة لدرجة تؤدي إلى قتل النباتات والأحياء الموجودة في الماء .

إن تفريغ كمية كبيرة من مياه الصرف إلى حجم صغير من الماء النظيف قد يؤدي إلى إزالة كاملة للأكسيجن , وإن أكسدة المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الداخلة إلى نظام المجرى المائي المستقبل قد تحتاج إضافة اكسيجن بمعدل أكبر مما يتم تبادله بين الماء والهواء الجوي المحيط , في هذه الحالة نجد أن مياه النهر تخلو تماماً من الأكسيجن وينتج عن ذلك وجود ظروف لاهوائية في مياه النهر..

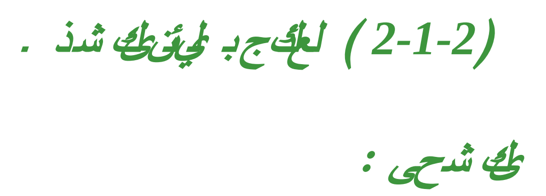


<u>المياه الناتجة عن البلدة بأكملها (منزلية + صناعية + مطرية) الشكل (2-1)</u>

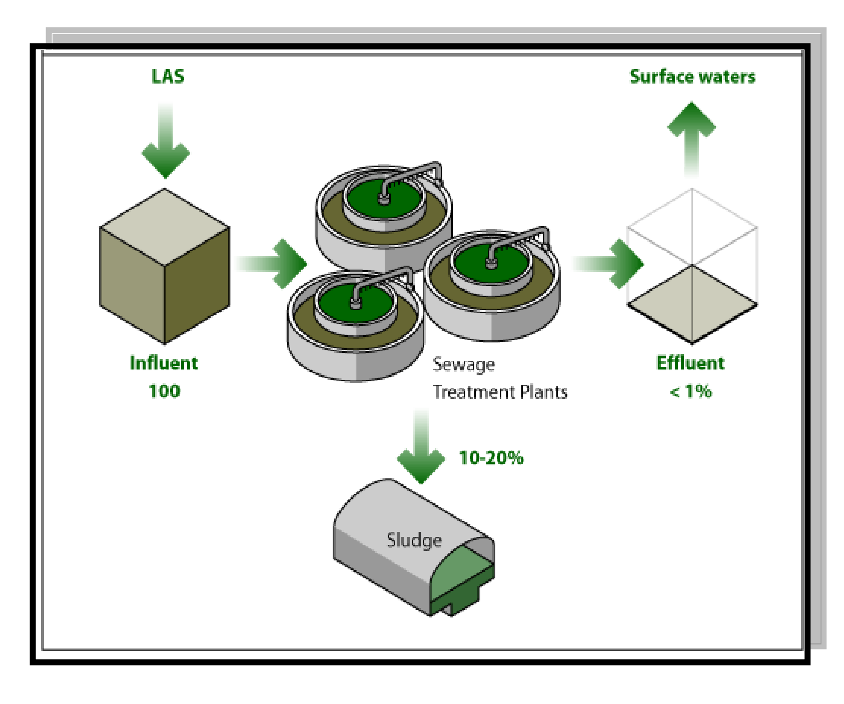
<u>ثالثاً</u> : إذا حوت مياه الصرف مواد سامة فإن هذه المواد السامة تؤدي إلى انقطاع الحياة في المجرى المائي رغم وجود كمية من الأكسيجن تكفي لتأمين ظروف هوائية مستقرة , وإذا تم تفريغ مياه الصرف إلى حجم مائي كبير كالبحر مثلاً حيث تتوفر كمية كافية من الأكسيجن المنحل لأكسدة المواد العضوية فلن يكون هنالك ظروف مزعجة نتيجة لرمي

مياه الصرف ومع ذلك قد توجد مشكلة من ترسب المواد الطافية على رمال الشاطئ وفي الحالات الشديدة قد توجد مشكلة تلوث جرثومي إذا لم يتم تصميم موقع المصب البحري بالعناية الكافية .

رابعاً : قد يتم تفريغ مواد منحلة غير عضوية مثل الفوسفور والنتروجين إلى نظام الكتلة المائية المستقبلة (مثل البحيرات – الأنهار الكبيرة البطيئة الجريان) وهذا يساعد على النمو الزائد للطحالب على سطح الماء (ظاهرة الانفجار الطحلبي), تتفسخ هذه المواد لتزيد من حمولة المواد العضوية على الكتلة المائية وتؤدي إلى وجود مشكلة تلوث عضوي في المياه المستقبلة .



تتضمن معالجة مياه الصرف الصحي عمليتين أساسيتين هما : 1 – إزالة المواد الصلبة الطافية والمعلقة بوسائل ميكانيكية أو كيميائية .



معالجة مياه الصرف الصحي الشكل (2-2)

2 – تخفيض الاحتياج الأكسيجيني لمياه الصرف بطرق بيولوجية واستخدام النشاط الطبيعي لمتعضيات وبكتريا حية .

وقد نحتاج أحياناًُ للجوء إلى عملية معالجة ثالثية لإزالة بعضاًُ من الشوارد المنحلة غير العضوية الموجودة في مياه الصرف والتي يمكن أن تسبب مشاكل لوتم تفريغها في الكتلة المائية المستقبلة .

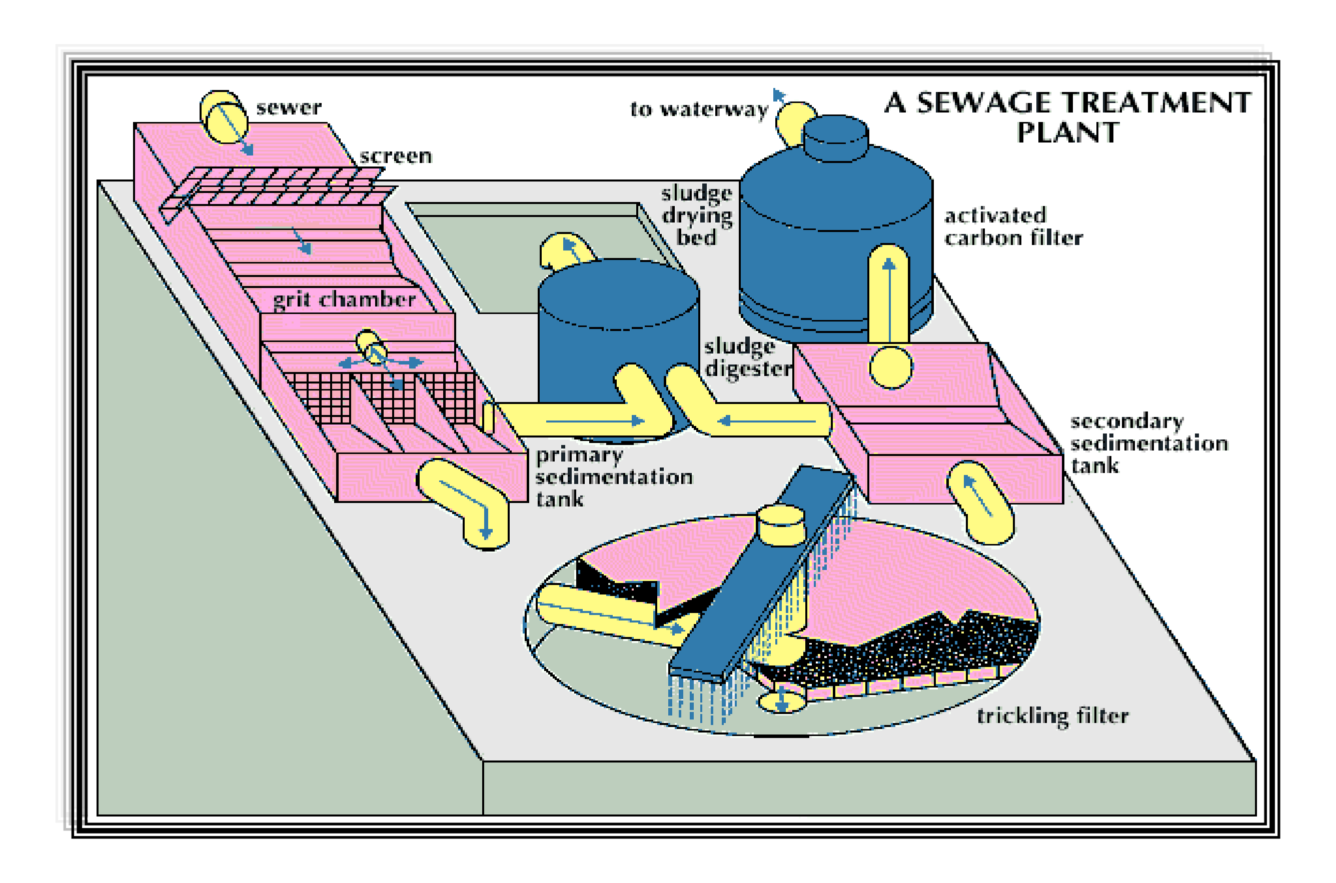
(2-2) لضبطكلعكجب :

(1-2-2) تعريف محطة المعالجة : محطة معالجة مياه المجاري هي كافة المنشآت التي تبنى في موقع معين لغاية أكسدة المواد العضوية الموجودة فيها وفصل الشوائب

الصلبة عن المياه التي يمكن تصريفها بعدئذ دون ضرر بالصحة العامة , أو إعادة استخدامها مرة أخرى بعد القضاء على مختلف الملوثات الجرثومية فيها .

(2-2-2)ىخئيذ لهفظ لضبطكلعكجب :

يتم اختيار موقع المحطة بعيداً عن المدينة حيث يشير تحديد الموقع العام لمنشأة المعالجة إلى ترتيب خاص للتجهيزات الفيزيائية اللازم للتوصل إلى أهداف المعالجة المعطية , وإن تحديد الموقع العام لمنشأة يتضمن تحديد مواقع الأبنية الإدارية وأبنية التحكم وأية منشأة ضرورية أخرى .



محطة معالجة مياه صرف صحي الشكل (3-2)

من العوامل التي يجب اعتبارها عند تحديد الموقع العام لمنشأة معالجة هي :

1 – موقع المجرور الداخل إلى المنشأة .

2 – أن يكون موقع وحدات المعالجة مناسباً لأعمال شبكة تجميع مياه الصرف طبقاً لطبوغرافية الأرض حيث يفضل أن تنساب مياه الصرف إلى الموقع بالانحدار الطبيعي بالإسالة وبالتالي يمكن الاستغناء عن محطة ضخ .

3 – يفضل أن يكون موقع محطات معالجة مياه الصرف الصحي مرتفعاً نسبياًُ عن باقي الأراضي والاضطرابات لحمايته من الأمطار والسيول والفيضانات .

4 – الوضع الهيدروليكي للمنشأة , يفضل وجود مسار جريان مستقيم بين الوحدات من أجل التقليل من ضياع الحمولة ولتأمين تناسق (متساوي) لفصل التدفق .

5 – أن تبعد محطات المعالجة بمسافة كافية عن المدينة ونطاق خدمة الشبكة ويشترط أن تكون هناك منطقة عازلة بين الموقع والمناطق السكنية ويفضل أن تكون هذه المناطق العازلة مساحات خضراء .

6 – إمكانية وصول الأفراد المسؤولين عن التشغيل إلى كل نقطة من نقاط وحدة المعالجة

7 – ألا يتم اختيار موقع المحطة بحيث تنتقل روائح كريهة أو مميزة إلى المدينة أو التجمع السكاني المجاور بناء على دراسة اتجاهات الرياح والمناخ .

8 – أن يكون موقع محطات المعالجة قريب من مصادر الطاقة الكهربائية اللازمة للتشغيل

9 – ألا يتعارض مكان محطة المعالجة مع المخطط العمراني للمدينة وتوسعاتها المستقبلية ولا يتعارض كذلك مع قوانين حماية الأراضي الزراعية .

10 – ألا يتعارض موقع محطات المعالجة مع تخطيط مناطق التوسعات المستقبلية التي تحتاجها المدينة وأن يسمح بامتداد شبكة لتجميع مياه الصرف مستقبلاً .

11 – أن يكون اختيار الموقع بحيث تكفي مساحته للأعمال الحالية والتوسع المستقبلي لمدة خمسين سنة على الأقل , وأن يراعى حسن استغلال الموقع في تصميم المخطط العام للمحطة بحيث لاتقل مساحة وحدات المعالجة عن 75 % من المساحة الكلية .

12 – يراعى محاولة الاستفادة من المواقع المملوكة للدولة أولاًُ قبل اختيار مواقع تتطلب شراء الأرض مع مراعاة أن لا يتم اختيارا لأماكن ذات الأسعار المرتفعة أو التي لها مشاكل قانونية من حيث الشراء والملكية وخلافه.

13 – أن يكون موقع وحدات المعالجة أقرب ما يكون من الأراضي الزراعية أو التي يمكن استزراعها أو التي يمكن استخدام الفائض في أعمال الري لها والاستفادة من الحمأة السائلة والمجففة الناتجة باستخدامها كسماد .

14 – يفضل أن يكون موقع وحدات المعالجة بالقرب من مجاري الوديان أو مجاري السيول الطبيعية .

15 – الاهتمام بالناحية الجمالية للمحطة من أجل العمال والموظفين في المحطة .

16 – التحكم بالمحطة والاهتمام بحماية البيئة .

17 – اقتصادية التشغيل .

18 – وجود منافذ للنقل .

19 – موقع نقطة التفريغ النهائية قريبة من المحطة ولا تسبب مشكلة للمناطق المجاورة.

(3-2-2) ىئلأعةائفة تهلكة شدلي لي بىءلآ زئزي بكة شدلهل لضرئ تهك لعك ج ب :

- ✓ **معلومات أولية للدراسة من أجل تحديد المعالجة اللازمة والخطوات التي يجب أن تمر بها المياه داخل المحطة اعتماداً على :**

1 – مواصفات التدفق الداخل إلى المحطة .

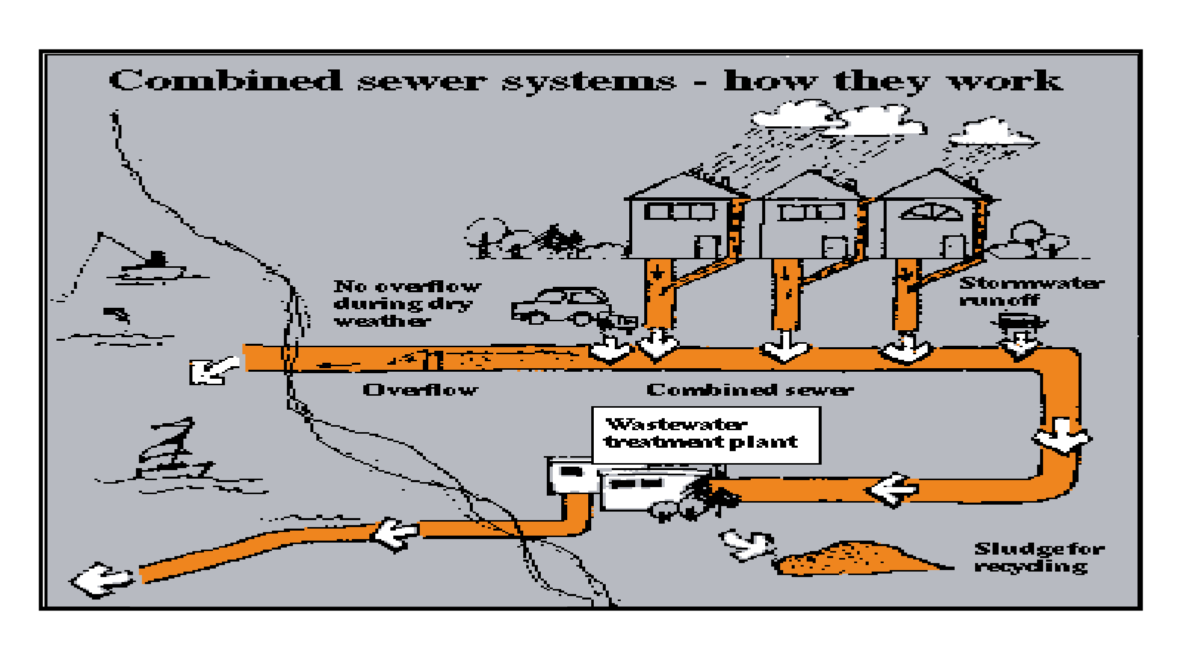
2– المواصفات المطلوب تأمينها في التدفق الخارج من المحطة بعد المعالجة .

3 – عمليات المعالجة التي تنتج مياه معالجة بمواصفات مقبولة .

ويتم تحديد مواصفات التدفق الداخل إلى محطة المعالجة بتحاليل مخبرية لعينات تم تجميعها من مجارير مياه الصرف , وفي حال التصميم لبلدة لا توجد فيها شبكة للصرف

بعد يمكن الاستعانة بتحاليل لمجارير بلدة مشابهة للبلدة المدروسة من حيث الكثافة السكانية وطريقة المعيشة , وإذا تعذر ذلك أيضاًُ يمكن اعتماد قيم معيارية معتمدة لمياه الصرف في المنطقة وهكذا يتم اختيار عمليات المعالجة وفقاًُ لاعتبارات مواصفات التدفق الداخل والخارج والاعتبارات الفنية والاقتصادية .

- ✓ **عدد السكان التصميمي : تعتمد سعة المعالجة على عدد السكان التصميمي الذي يتم التنبؤ به من التحاليل السكانية والحسابات بالطرق الشائعة وخاصة طريقة النسبة المئوية المنتظمة للتزايد السكاني.**



لمخططه شهك وك لض بطك سقك (4-2)

(3-2) لمخططك لعج ب :

(1-3-2) مراحل المعالجة :

يتم اختيار طريقة وأسلوب المعالجة في المحطة بما يناسب الظروف الإقتصادية والمناخية ومتطلبات هيئات حماية البيئة المحلية من حيث درجة نقاء المياه بعد المعالجة

.

تخضع مياه المجاري بشكل عام إلى مراحل المعالجة الرئيسة التالية :

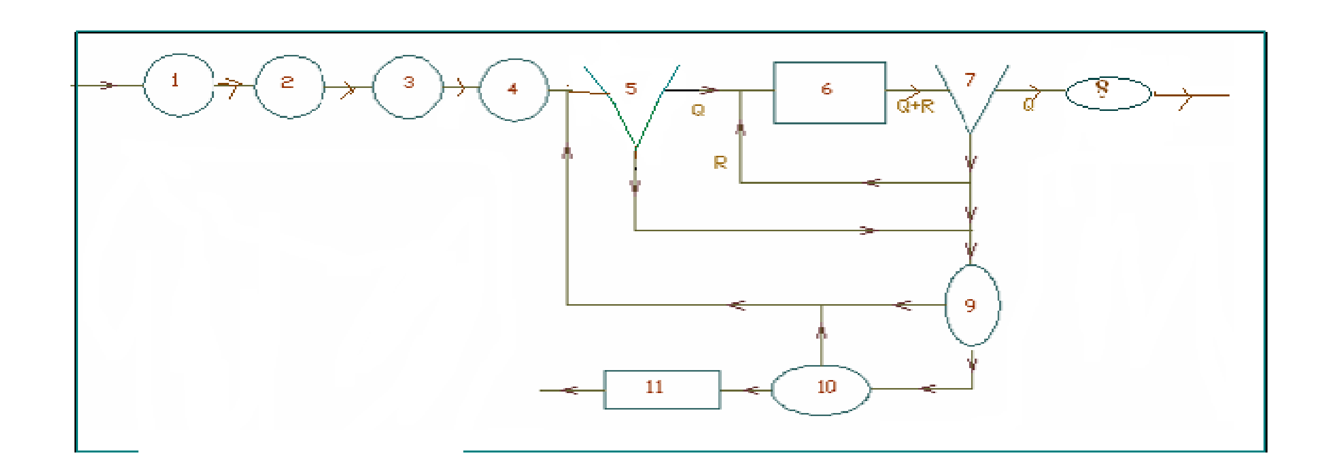
A _ مرحلة المعالجة التمهيدية: (Preliminary Treatment) .

B – مرحلة المعالجة الأولية(Primary Treatment) .

C – مرحلة المعالجة الثانوية أو البيولوجية :(Secondary or Biological Treatment).

D – مرحلة المعالجة الثالثية :(Tertiary Treatment) .

E – مرحلة معالجة الحمأة :(Sludge Treatment) .



وبعد هذه الرحلة الطويلة في ربوع المحطة نحصل على الماء المعالج الذي يتم التخلص منه إلى أقرب مصدر مائي أويستخدم للري .

(2-3-2) المعالجة التمهيدية :

(1-2-3-2) هدف المعالجة التمهيدية :

قبل بدء المعالجة لمياه الصرف يجب أن تتم معالجة تمهيدية تتضمن عدداً من عمليات المعالجة الفيزيائية والميكيانكية تهدف إلى حماية معدات تشغيل محطة معالجة مياه الصرف , يتم ذلك بإزالة أية مواد كبيرة الحجم يمكنها أن تسد أو تعطل المضخات أو تتعارض مع عمليات المعالجة اللاحقة لذلك تصمم وسائل المعالجة التمهيدية لتحقق مايلي:

- **إزالة المواد الصلبة المعلقة الكبيرة الحجم أو العمل على تصغير حجمها بالتفتيت قد تكون هذه المواد الصلبة من قطع خشبية , قماش , ورق , بلاستيك ....الخ**

- إزالة المواد الصلبة الثقيلة غير العضوية مثل الرمل والحصى بالإضافة إلى المعادن والزجاج هذه المواد تدعى (Grit) (رمال و أية مواد خشنة) .
- إزالة الكميات الزائدة من الشحوم أو الزيوت .
- التصفية الدقيقة (Straining) .

إن عملية المعالجة التمهيدية والابتدائية تزيل حوالي 25 % من حمولة المادة العضوية ومن الناحية النظرية تزيل كامل المواد الصلبة غير العضوية ومن أجل المياه الحاوية على مياه صرف صناعية قد يكون من الضروري وجود موازنة للتدفقات وتعديل قيمة ال PH أو إضافة مواد كيميائية .

(2-3-2-2) مراحل المعالجة التمهيدية :

1 – المصافي (Screens) .

2 – المفتتات (Comminutas) .

3 – مزيلات الرمال (Grit Removers) .

4 – أحواض التعادل (Equalization Basins).

(2-3-2-2-1) المصافي :

1 – الغاية من المصافي : تستخدم هذه الوحدات لحجز وإزالة المواد الصلبة كبيرة الحجم والشعر والألياف وقطع القماش والورق والمواد الخشنة ومنع دخولها مع مياه

المجاري إلى مراحل المعالجة اللاحقة حيث توضع عند بداية محطات المعالجة عند مدخل محطة الضخ لحماية المنشآت الميكانيكية والمضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة , وكذلك إزالة الرمال التي تعيق عمليات المعالجة اللاحقة علماًُ أن المحجوز في المصافي الناعمة يحتاج إلى معالجة لاحقة نظراًُ لاحتوائه على نسبة من المواد العضوية .

2 – أشكال المصافي : نعلم أن المصافي منشأة هندسية تتكون من هيكل معدني يثبت عليه نسيج تصفية يمكن أن يكون من مواد بلاستيكية أومن بعض أنواع الأقمشة أو من نسيج مثقب ناعم أوعبارة عن صفائح قضبانية متوازية سواء كان المقطع دائري _ مغزلي _ مستطيل .... الخ .

وتصمم هذه المنشأة بحيث تجبر المياه الخامية على العبور من داخل هذه المنشأة نحو الخارج وبذلك تحجز الملوثات التي تزيد أبعادها عن أبعاد الثقوب وتخرج المياه من الطرف الآخر خالية من هذه المواد , أما المواد العالقة على السطح الداخلي لنسيج المصفاة أو على سطح القضبان فتتم جمعها في قناة جمع خاصة .

3 – تصنيف المصافي : يختلف تصنيف المصافي وفقاًُ لما يلي :

- حجم الفتحات (خشنة – متوسطة – ناعمة) .



المصافي الخشنة الشكل (2-5)

مصافي خشنة (Coarse screens) ذات أبعاد أكبر من 10 cm .

مصافي متوسطة (Medical screens) ذات أبعاد أكبر من 4 cm.



المصافي الناعمة الشكل (2-6)

مصافي ناعمة (Fine screens) ذات أبعاد أكبر من 2 cm

❖ **حسب طريقة التركيب :**

- **على شكل رفش بمسننات.**
- **على شكل مصفاة قضبانية.**
- **على شكل مصفاة شبكية.**

❖ حسب طريقة التنظيف :

تنظف المواد المحجوزة خلف المصفاة إما يدوياً أو آلياً أو بالنافورة المائية .

❖ حسب حركة المصفاة :

إما أن تكون المصفاة ثابتة أو متحركة .

وأهم أنواع المصافي هي المصافي القضبانية بمسافة حرة بين القضبان

(5cm – 2.5cm) تركب الصافي كبيرة الحجم لتكون شاقولية أحياناً لكن معظم

المصافي القضبانية تركب بزاوية (45 – 60) على الشاقول .

أبعاد القضبان	تنظيف يدوي	تنظيف ميكانيكي
السماكة والعرض (mm)	0.015-0.005	0.015-0.005
العمق باتجاه الجريان (mm)	0.04-0.025	0.04-0.025
الفتحات الحرة بين القضبان (mm)	0.05-0.025	0.075-0.01
الميل الرأسي (Degress)	45-30	30-0

سرعة الإقتراب (m\s)	0.6-0.3	1-0.6
ضياع الحمولة المسموح عبر المصفاة (m)	0.15	0.15

الجدول(1) بعض المواصفات المصافي القضبانية ذات التنظيف اليدوي والميكانيكي

4 – تصميم المصافي : يعتمد تصميم المصافي على عدة شروط :

الشرط الأول : متانة ودوام المادة التي تتكون منها المصفاة .

الشرط الثاني : المساحة الصافية بين الفتحات .

الشرط الثالث: أن تكون مساحة الجزء الفعال من المصفاة يحدد حسابياًُ ويجب أن لا يقل عن ضعف مساحة المقطع المائي الحي للجريان ضمن قناة الاقتراب في حال التنظيف اليدوي ولا يقل عن (1.2) من المقطع نفسه في حال التنظيف الآلي .

الشرط الرابع: تحدد السرعة الأعظمية المسموحة في قناة الاقتراب بحيث لا تسبب انجرافاًُ للمواد خلال فتحات المصفاة , وتحدد السرعة الأصغرية للماء في قناة الإقتراب بحيث تمنع ترسب المواد الناعمة على أرضية القناة .

ولمنع ترسب الرمال في قناة الإقترب (قبل القضبان مباشرة) يلزم تأمين سرعة جريان أصغرية وإن قيمة السرعة المسموحة (0.3- 0.4) م/ثا وهي تكفي لمنع تراكم المواد المترسبة في القناة .

إن سرعة الإقتراب في القناة تكون عادة بطيئة خاصة في حالة المصافي القضبانية الناعمة التي تكون فيها مساحة الفتحات أقل من (50%) من مساحة القناة , في هذه الحالة تتراكم المواد الصلبة المترسبة أمام المصفاة ويجب إما منع هذا الترسب بتحريك الماء أمام المصفاة أو إجراء تنظيف ذاتي يومي لهذه الرواسب .

الشرط الخامس : ضياع الحمولة عبر المصفاة :

إن الحسابات الهيدروليكية تحدد الحمولة الهيدروليكية اللازمة لتركيب المصفاة وتستخدم العلاقة التالية في حساب الضياع ضمن المصافي:

$$h=\beta\ (W\backslash b)^{(4\backslash 3)}(va\ 2\backslash 2g)\ \sin\Theta$$

h: ضياع الحمولة عبر المصفاة (m) .

β : عامل الشكل يساوي (2.4) من أجل قضبان ذات مقطع مربع الشكل .

w: العرض الأعظمي للقضبان .

va: سرعة الإقتراب في القناة أمام المصفاة (m\s) .

g : تسارع الجاذبية الأرضية (m\S2) .

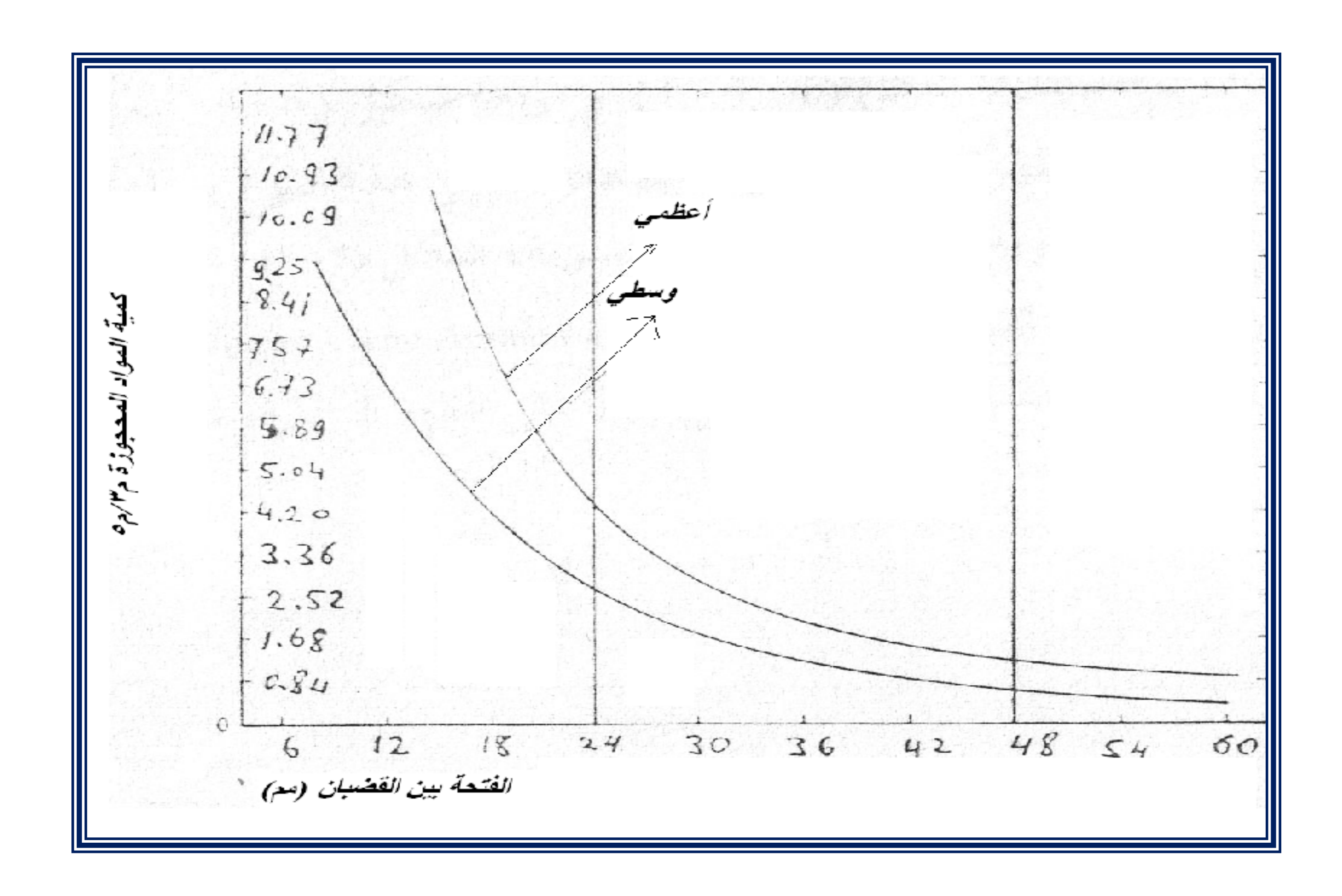
Θ: زاوية ميلان القضبان عن الأفق هي عادة (30ْ) .

b : المسافة الحرة بين القضبان .

تستخدم العلاقة السابقة لتحديد الضياع الهيدروليكي الأصغري عبر المصافي عند معدلات الجريان مختلفة ولكنها لا تفيد بعد تجمع المواد على سطح القضبان يجب الأخذ بالحسبان الزيادة الأعظمية لضياع الحمولة التي يمكن أن تحصل تحت الظروف الحرجة والتدفق الأعظمي والتواتر الأصغري لتنظيف المصفاة ففي حالة المصافي التي تنظف آلياًُ يمكن م3 تأمين نظام تنظيف أوتوماتيكي عند الوصول إلى قيمة أعظمية لفرق منسوب الماء أمام وخلف المصفاة ولكن في حالة المصافي ذات التنظيف اليدوي يجب تأمين مسافة حرة

فوق سطح الماء في قناة الإقتراب لتجنب خطر امتلاء بالقناة عند التدفقات الأعظمية والمصفاة في حال تراكم الأوساخ خلفها .

الشرط السادس : كميات المواد المحجوزة : حيث تقدر بالنسبة لمياه المجاري البلدية العادية بأن محجوز المصافي الخشنة من المواد الصلبة يتراوح بين (0.004- 0.04) م3 لكل 1000 من مياه المجاري الواردة إلى المحطة بينما يتراوح محجوز المصافي الناعمة بين (0.04 – 0.2) م3 لكل 1000 م3 من مياه المجاري .



العلاقة بين المواد المحجوزة وفتحات القضبان للمصافي الشكل (2-7)

5– تنظيف المصافي : يتم التخلص من محجوز المصافي الخشنة (القضبانية) بإحدى الطرق التالية :

- الطرح في مقالب خاصة (Land Fills) .
- الدفن (Burial) في الموقع (بالنسبة لمحطات المعالجة الصغيرة).
- الحرق في أفران خاصة أو مع الحمأة (بالنسبة لمحطات المعالجة الكبيرة) .
- الخلط مع الفضلات الصلبة البلدية .
- التفتيت في أجهزة التفتيت ومن ثم الإعادة إلى المعالجة .

وتعتبر الطريقة الأولى من أكثر الطرق استخداماًُ .

6 – بعض المشاكل الواردة في المصافي والحلول المقترحة لصيانتها :

المشاهدات	المشكلة المحتملة	الحلول
روائح كريهة – ذباب وحشرات أخرى	تراكم الأوساخ والخرق	زيادة عدد مرات إزالة المواد المحجوزة
كمية زائدة من الرمال في قناة المصافي	سرعة الجريان منخفضة	تنظيف القعر كلما تطلب الأمر , أو إعادة إعطاء ميل جديد للقعر أوزيادة سرعة الجريان بإنقاص عدد المصافي أو بالغسيل الدافق بوساطة خراطيم مياه مضغوطة
انسداد المصافي وارتفاع منسوب المياه في القناة الموصلة	كمية غير اعتيادية من الأوساخ في المياه أو عدد مرات التنظيف غيركافية	استخدام مصافي أخشن وزيادة عدد مرات التنظيف
كاشط جمع الأوساخ معطلة لكن المحرك يدور	وتد(دبوس) القص مكسور أو كبل القيادة مقطوع أو مفاتيح التحويل معطلة	استبدل الدبوس وبدل الكبل وبدل المفاتيح الخاصة بالتحويل

توقف كاشط جمع الأوساخ عن العمل دون سبب ظاهر	تعطل دارة التحكم عن بعد أو وجود خلل أو عيب ما في المحرك الكهربائي	أصلح أو استبدل مفاتيح تشغيل الدارة أو استبدل المحرك الكهربائي
المحرك الكهربائي لا يعمل	هناك مشكلة في الإمداد بالطاقة	تخلص من المشكلة
غطاء المحرك شديد الحرارة	المحرك معطل	بدل المحرك الكهربائي أو بدل مخفض البكرة المسننة
انتقال أجسام صلبة خلال المصفاة	إزالة غير فعالة للمواد الصلبة أو مضخات غير مناسبة	كعمل مؤقت اقلب الحركة الدورانية للمضخة أو قم بتغيير المضخة أو قم بتعديل نظام إزالة المواد الصلبة

الجدول (2) بعض المشاكل الواردة في المصافي

(2-3-2-2-2) أجهزة التفتيت :

تستخدم هذه الوحدات لتفتيت وتقطيع المواد الصلبة (أحجار– نسيج – ألياف) التي مرت عبر المصافي القضبانية .

قد يوضع المفتت قبل وحدات إزالة الرمال أو بعدها كما قد يوضع قبل المضخات في محطات الضخ .

يتم اختيار جهاز المفتت المناسب حسب كمية الجريان اليومي وتركيز المواد الصلبة المعلقة , ويتراوح ضياع الحمولة عادة في المفتت بين (10-30) cm .

قطر الأسطوانة (mm)	سرعة دوران الأسطوانة (rpm)	الفتحات الوسطية للأسنان (mm)	الإستطاعة (hp)	ارتفاع الجهاز (cm)	الوزن الصافي (kg)	الجريان الأقصى (m3\d)
100	56	6	0.25	62	79	360

960	204	127	0.25	6	56	175
1440	204	127	0.25	6	56	175
4320	294	135	0.5	6	45	250
9600	498	145	0.75	6	37	375
24400	951	170	1.5	9	25	625
24400	1586	205	1.5	9	25	625
96000	3850	280	2	9	15	900

الجدول (3) بعض المواصفات لمجموعة من المفتتات

(2-3-2-2-3) أحواض حجز الرمال:

أحواض حجز الرمال هي جزء هام في عملية معالجة مياه الصرف فالمواد الغير عضوية يمكن أن تسبب تخريباً كبيراً للأنابيب والمعدات الميكانيكية في المحطة.

1 – الغاية من أحواض حجز الرمال :

تهدف عملية استخدام هذه الوحدات إلى إزالة الرمال والمواد الحصوية التي مرت عبر المصافي وبالتالي الإقلال من حجم الرواسب
(وخاصة الغير عضوية) في أحواض الترسيب الابتدائية .
حيث يتم التخلص من الرمال العالقة مع المياه تحت تأثير وزنها الذاتي وذلك بتخفيض سرعة جريان المياه في هذه الأحواض وينصح بأن تصمم هذه الأحواض بحيث تكون هذه السرعة مساوية (0.3 م/ثا) ونسعى عند تصميم أحواض ترسيب الرمال إلى التخلص من الرمال التي تبلغ أقطار حباتها (0.1-0.2مم) مع ضرورة اتخاذ الإجراءات التي تضمن بقاء المواد العالقة عضوية المنشأ بحالة معلقة في هذه الأحواض ومنعها من الترسيب لتحاشي إمكانية حدوث عمليات تحلل عضوي لهذه المواد داخل هذه الأحواض .

2– أنواع أحواض حجز الرمال :

- **غرف الرمال ذات الجريان الأفقي : (Horizontal Flow Grit Chambers)**

وهذه الغرف يمكن أن تكون مستطيلة أو مربعة .

❖ غرف الرمال المهواة :(Aerated Grit Chambers)

وفي هذا النوع يساعد الهواء على فصل المواد العضوية العالقة بالذرات العضوية .

❖ غرف الرمال السيكلونية أو الدوامية :(Cyclone or Vortex Type Aerated)

حيث يعتمد فصل الرمال عن المياه على القوة النابذة .

3 – معايير تصميم غرف أو أقنية الرمال : و من أهم هذه المعايير ما يلي :

المعيار الأول : معدل الجريان الوسطي والأعظمي (م3 / يوم) .

المعيار الثاني : زمن البقاء أو زمن الحجز الهيدروليكي(Hydraulic Retention Time)

المعيار الثالث : أبعاد الذرات المطلوب إزالتها وبالتالي سرعة الاستقرار وعادة يكون التصميم على أساس أصغر الذرات المطلوب إزالتها والبالغ قطرها في الغالب(0.2mm) إن الصعوبة في تصميم أحواض حجز الرمال تكمن في ضرورة تأمين ظروف ترسيب شبه ثابتة مع تغير التدفق الداخل إلى الحوض خلال ساعات اليوم .

حيث أن التدفق أعظم ما يكون في ساعات الذروة عند الصباح وينخفض إلى أدنى معدل له خلال ساعات الليل , مما يؤدي إلى تغير قيمة الحمولة السطحية الفعلية في الحوض وإلى اختلاف أقطار حبات الرمل التي تترسب نهاراً عن التي تترسب في الليل بالإضافة إلى إمكانية ترسب المواد العضوية في الليل , وقد تم حل هذه المشكلة بتصميم الحوض بطريقة نستطيع تغيير المساحة السطحية له بين الليل والنهار وذلك بتقسيمه إلى عدة أقنية مجاورة لها نفس الطول , وباستخدام تجهيزات خاصة تسمح

بتشغيل عدد من هذه الأقنية أوجميعها في وقت واحد وذلك تبعاً للتدفق الداخل إلى الحوض .

4- أهم الاعتبارات التصميمية لأحواض حجز الرمال :

A – السرعة لاتقل عن (0.3 م/ ثا) حتى لا تترسب كميات كبيرة من المواد العضوية في الحوض مع الرمال .

B – زمن المكوث في الحوض يتراوح بين (20-60) ثانية .

4 – تنظيف أحواض حجز الرمال : تصمم أحواض حجز الرمال ليكون تنظيفها يدوياً أو بوسائل آلية , فإذا كان التنظيف يدوي يجب تأمين حيز مناسب لتخزين الرمال . وفي حال الحجرات الموجودة في محطات تعالج مياه صرف قادمة من شبكة مجارير مشتركة يجب أن تحوي وحدتي تنظيف يدوي أو وحدة تنظيف آلي مزودة بممر جانبي وينصح باتباع التنظيف الآلي , ويمكن قبول وحدة تنظيف يدوية واحدة فقط في المحطات الصغيرة التي تعالج مياه صرف فقط (شبكة منفصلة) .

5- غسيل الرمال : تحتوي الرمال المترسبة على مواد عضوية يمكن أن تتفسخ وتصدر رائحة كريهة يتم أحياناً غسل الرمال من المواد العضوية وإعادة مياه الغسيل إلى مدخل المحطة مع مياه الصرف ويتم غسل الرمال عادة بوسائل ميكانيكية .

6 – التخلص من المواد الناتجة عن أحواض حجز الرمال : إن المواد الناتجة عن أحواض حجز الرمال تتفسخ بسرعة منتجة روائح كريهة لذلك يجب أن تبقى مغطاة

في حاويات خاصة ويتم إزالتها مرة في اليوم على الأقل ليتم التخلص منها إما بالطمر أو الترميد .

7 – بعض مشاكل التي قد تحدث في أحواض حجز الرمال .

المشاهدات	السبب المحتمل	الحلول
رائحة كرائحة البيض الفاسد في حوض إزالة الرمال	تشكل H2S	غسيل الحوض بإعطاء جرعة من حمض الهيبوكلوريت
تراكم الرمل في الحوض	المخلفات مغمورة بالماء	غسيل الحوض يومياً
تآكل البيتون وصدأ المعدن في الحوض	تهوية غير كافية	التهوية الجيدة
الرمل المحتجز ذو لون رمادي وله ملمس لزج	معدل تدفق الهواء غير كاف	زد سرعة الجريان في أحواض الرمال
محتوى كبير من المواد العضوية في الرمال المجمعة	سرعة جريان منخفضة أو زمن مكوث طويل	تقليل عدد أحواض إزالة الرمل الموصلة على التفرع أو زيادة معدل تدفق الهواء في حالة الأحواض المهواة
معدل إزالة الرمل منخفض	تهوية زائدة	اضبط سرعة الماء وخفض التهوية
	تحريك القعر يتم بسرعة مفرطة	
انتقال الرمال عبر حوض إزالة الرمال	سرعة جريان عالية أو زمن مكوث قليل	زيادة عدد أحواض إزالة الرمال الوصلة على التفرع أو تقليل معدل تدفق الهواء في حالة أحواض الرمال المهواة

الجدول (4) بعض المشاكل في أحواض حجز الرمال

(2-3-2-2-4) أحواض التعادل (الموازنة) :

تستخدم أحواض الموازنة للتغلب على المشاكل التشغيلية التي تسبب اختلاف في قيمة التدفقات , ولتحسين أداء عمليات المعالجة اللاحقة ولتقليل حجم وكلفة الأحواض .

إن موازنة التدفقات هي ببساطة عملية تسوية لتغيرات التدفق بحيث تصبح منتظمة تقريباً , يمكن تطبيق هذه الطريقة في حالات مختلفة وذلك تبعاً لصفات نظام جمع مياه الصرف الصحي وإن التطبيقات الأساسية للموازنة تتم في الحالات التالية :

1 – في حالات تدفق الطقس الجاف DWF .

2 – حالات تدفق الطقس الماطر من شبكات الصرف المنفصلة .

3 – تدفقات أنظمة الصرف المشتركة (مياه صرف صحي + مياه جريانات مطرية) .

يجب تأمين حوض موازنة في المحطات المزودة بمعدات ميكانيكية حيث أن التغير في قيمة التدفق تسبب اضطراباً في العمليات الميكانيكية والهيدروليكية والبيولوجية وفي محطات المعالجة ذات السعة الأقل من 200 م3 في اليوم .

توضع أحواض الموازنة بعد معدات المعالجة التمهيدية مثل (المصافي الخشنة) و (المصافي الناعمة) وأحواض إزالة الرمال وإن أمكن يوضع بعد أحواض الترسيب الثانوية توضع أحواض الموازنة على خط الجريان الرئيسي أو بجانبه .

قد تكون هذه الأحواض مستقلة ومخصصة لهذا الغرض أو قد تستخدم الأحواض الغير مستخدمة حالياً (الاحتياط) مثل أحواض الترسيب الابتدائية أو أحواض التهوية لتقوم بدور الموازنة أثناء فترات العمل البدائية للمحطة حيث لايكون التدفق قد وصل إلى القيمة التصميمية وإذا لم توجد أية وسيلة أخرى وتم إنشاء حوض وحيد للموازنة عندها يجب

تزويده بأنبوب جانبي يمرر حول الحوض الجريان إلى القسم الأسفل من معدات المعالجة ويجب تزويد هذا الأنبوب بسكر إغلاق .

يتم تزويد حوض الموازنة عادة بمعدات تهوية خاصة وهذا يساعد في :

- لأن ضخ الهواء يساعد في مزج مكونات الحوض وإنتاج تدفق متوازن من حيث الحمولات.
- أكسدة المواد القابلة للأكسدة والموجودة في مياه الصرف الخام .
- تقديم الهواء يساهم بنوع من المعالجة البيولوجية .
- التحريك يمنع ترسب المواد الصلبة المعلقة في الحوض .

وهكذا يتم تزويد مدخل ومخرج كل حجرة موازنة بمعدات ضبط الجريان و قياس التدفق أو حساسات لمراقبة مستوى الماء في الأحواض .

(2-3-3) المعالجة الأولية :

تهدف المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي إلى تخفيض قيم الملوثات الموجودة في مياه المجاري وبخاصة المواد الصلبة المعلقة (ss) والتلوث العضوي .

تشمل عادة بعض أو كل الوحدات التالية :

- أحواض التعويم (Flotation Tanks).
- أحواض الترسيب (الترويق) الأولية (Primary (Sedimentation)Tanks)

(2-3-3-1) أحواض التعويم :

عند وجود نسبة عالية من الزيوت والشحوم في مياه المجاري إضافة إلى بعض المواد الأخرى خفيفة الوزن وبعض الفضلات الصناعية الخفيفة يعمد إلى حقن الهواء بضغط

عال نسبياًُ في مياه المجاري مما يؤدي إلى زيادة ذوبان الهواء في الماء بعد ذلك يحرر الضغط مرة أخرى إلى الضغط الجوي في أحواض التعويم فتنطلق فقاعات الهواء الناعمة والكثيرة إلى سطح الماء حاملة معها المواد الخفيفة إلى السطح حيث يتم جمعها وفصلها عن مياه المجاري لأن بقائها في المياه يعيق عمليات المعالجة اللاحقة وخاصة الترسيب ويزيد من احتمال انتشار الروائح الكريهة .

في الظروف العادية يترسب جزء من الشحوم مع الحمأة في أحواض الترسيب بينما تقشد المواد الطافية بواسطة قاشد دوار على سطح الماء الحر في أحواض الترسيب وبالتالي لاتلزم أحواض تعويم خاصة في المرحلة الإبتدائية لمياه المجاري بينما تلزم مثل هذه الأحواض بشكل خاص في معالجة بعض أنواع مياه الفضلات الصناعية (معامل الورق – بعض الصناعات الغذائية) .وتستعمل أحواض التعويم بشكل شائع في تكثيف الحمأة الصادرة بشكل خاص عن أحواض الترسيب الثانوية .

(2-3-3-2) أحواض الترسيب (الترويق) الإبتدائية :

1–الغاية من أحواض الترسيب الإبتدائية : إن الغاية الأساسية من أحواض الترسيب الأولية هي فصل وإزالة المواد الصلبة الناعمة القابلة للترسيب عن المياه والتي تشكل نسبة ملحوظة منها بعض المواد اللاعضوية التي تعتبر عبئاًُ على مرحلة المعالجة البيولوجية اللاحقة . يتم في هذه الأحواض التخلص من الندف الهلامية الموجودة في مياه المجاري كما يتم التخلص من الأجسام الحبيبية ذوات الأقطار الصغيرة والتي لم يتم التخلص منها في مصائد الرمال . كما تشكل المواد

العضوية جزءاً من المواد المترسبة في هذه الأحواض التي تقدر بأنها تزيل حوالي (40-50%)من المواد الصلبة المعلقة (ss) وحوالي (25-30%) من ال(BOD) الذي يجب معالجته في مواقع أخرى من محطة المعالجة ....

2- وعند تصميم هذه الأحواض يجب مراعاة الشروط التالية :

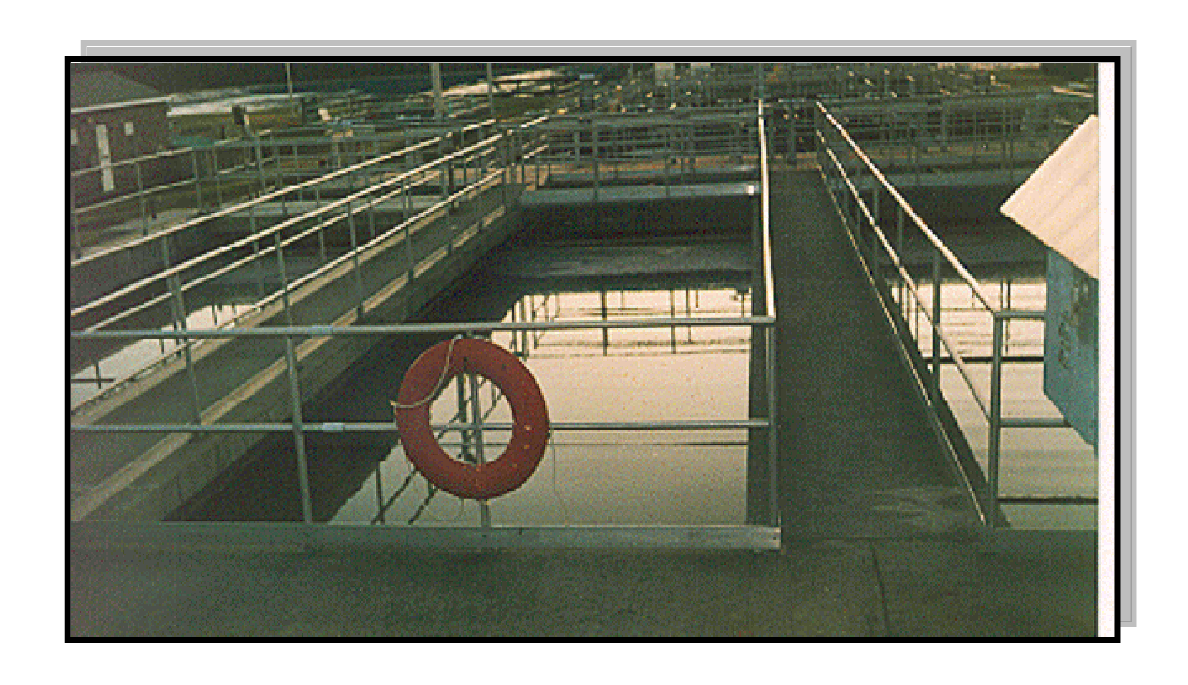
- هدوء الجريان المائي بشكل سريع والقضاء على الطاقة الكامنة في منطقة دخول الماء إلى الحوض .
- هدوء الجريان في الجزء الأساسي من الحوض (منطقة الترسيب) وذلك لكي تتم ظاهرة الترسيب .
- التقليل من الجريان في منطقة خروج الماء من الحوض .
- تأمين استقرار وهدوء للتيارات المائية في منطقة توضع الطمي فوق القاع وذلك لكي لايعود الطمي ويصعد نحو الأعلى .
- يجب أن تستخدم طريقة لجمع الطمي لاتؤدي لصعود الطمي نحو الأعلى
- إمكانية حجز كمية من الطمي .

3– أشكال أحواض الترسيب الإبتدائية :

تكون أحواض الترسيب الأولية إما مستطيلة أو دائرية الشكل وكما تزود أحواض الترسيب الإبتدائية بكاشط للحمأة(sludge Scraper) لتجميع الحمأة المترسبة في مركز الحوض وسحبها أو ضخها إلى الخارج وقد تضاف بعض المواد الكيميائية

(ألمنيوم – كلس – حديد – وبعض الأنواع الأخرى المساعدة على الترويب) والتي

تساهم بتشكيل الندف ......



أحواض الترسيب المستطيلة الشكل (2-8)



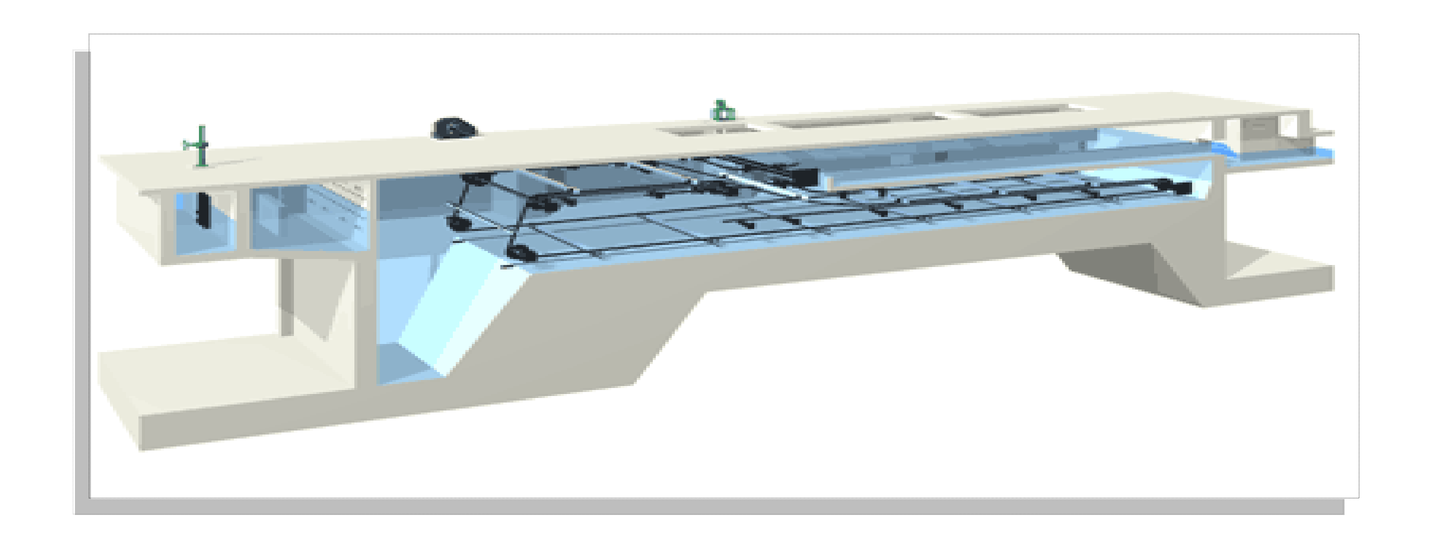


A D

(A-D) أحواض الترسيب الدائرية الشكل (2-9)

تزود أحواض الترسيب عادة بكاشط :

في حالة الأحواض المستطيلة تزود الأحواض بكاشط (go and back) .



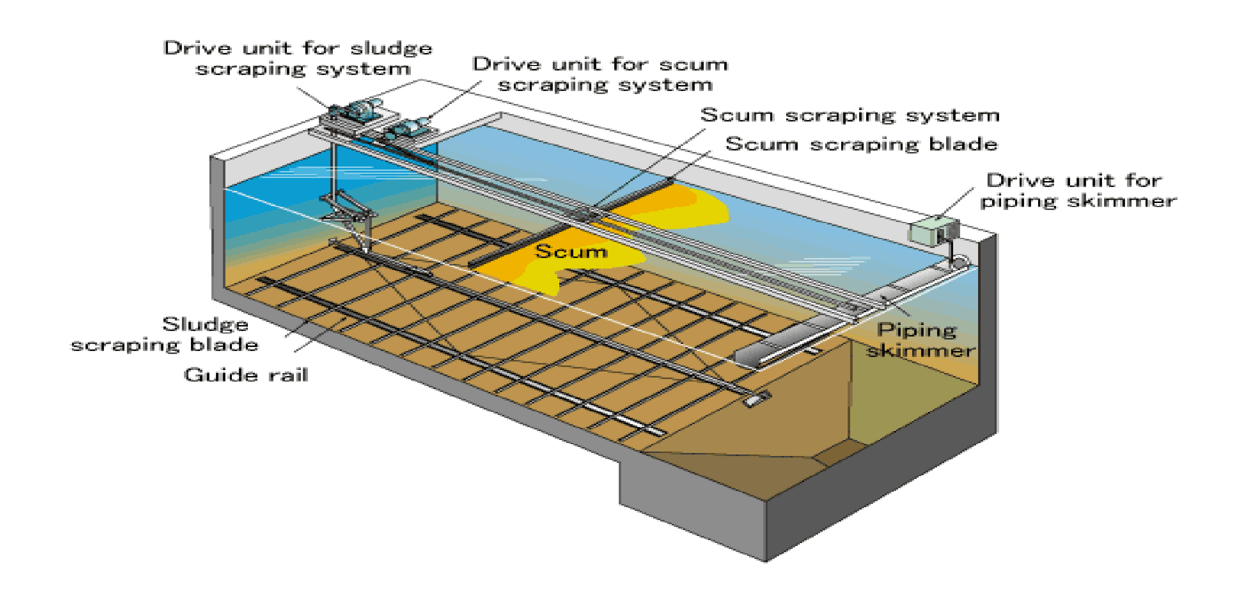
الكاشط (go and back) الشكل (2-10)

أما في حالة الأحواض الدائرية تزود عادة الأحواض بكاشط (دائري) .

التخلص من الرواسب المتجمعة :

1– يتم إنزال مضخة من الأعلى إلى أسفل الحوض كل ساعة أو نصف ساعة من اجل ضخ الرواسب المجمعة في المخروط .

2 – أو نثقب الجدار ونسحب الرواسب على الجاف .



عمل القواشط الشكل (2-11)

4 – عوامل التصميم :

✓ العامل الأول و الأساسي في التصميم هو معدل التحميل السطحي (Q\A) يتم تصميم الحوض في حالة الترسيب البسيط بحيث يكون (Q\A) مساوياً لسرعة الترسيب VP ويتم الانتباه إلى مفهوم الارتفاع (H) وزمن المكوث T من أجل الأخذ بالحسبان حادثة تشك الندف .

علما انه من الصعب تأمين توزيع منتظم للجريان على كامل الحوض بسبب حوادث الدارات القصيرة والتشتيت غير الكافي للطاقة عند منطقة الدخول وتأثير سحب الحمأة مع التدفق الخارج عند هدار الخروج لذلك يضرب معدل التحميل السطحي المحسوب وزمن المكوث بعامل أمان قدره (1.7- 2.5) .

- ✓ **العامل الثاني الذي يجب الانتباه في التصميم له وهو زمن المكوث =**

(زمن الترسيب)الفعلي .

حيث تعتمد عند أبعاد الحوض (تصميم الحوض) على زمن الترسيب الحسابي .

وتدل المراجع العلمية على أن :

100 % من المواد العلقة في مياه الصرف القابلة للترسيب تترسب خلال زمن الترسيب مقداره ساعتين .

95% منها تترسب خلال ومن الترسيب مقداره ساعة ونصف .

90% منها تسب خلال زمن الترسيب مقداره ساعة .

83% منها ترسب خلال زمن ترسيب مقداره نصف ساعة .

علماً أن زمن الترسيب الحقيقي (الفعلي) أصغر من الزمن الحسابي والنسبة بين الزمنين تتعلق بدرجة التأثير الهيدروليكي لحوض الترسيب ودرجة التأثير الهيدروليكي تتعلق بعوامل عدة أهمها :

1- شكل منطقة الدخول .

2- خروج الماء من الحوض .

3– شكل الحوض .

4– الوزن النوعي .

5- وحرارة مياه الصرف الصحي الداخلة .

6- حرارة الهواء ووجود الرياح في موقع المحطة .

7- محتوى المياه من الأملاح ودرجات التلوث المختلفة .

- ✓ العامل الثالث الذي يعتمد عليه تصميم حوض الترسيب الإبتدائي هو عمق الماء في الحوض وارتفاع الحوض الأصلي حيث يتراوح عمق الماء في الحوض (3–5) متر.
- ✓ العامل الرابع هو قطر الحوض : ففي حالة الأحواض الدائرية مثلاً يتراوح القطر مابين (12–45) متر .
- ✓ العامل الخامس وهو ميل قاع الحوض نحو المركز … ويتراوح (8-12) % .
- ✓ العامل السادس وهو سرعة الدوران للكاشط (كاشط الحمأة) وتتراوح ما بين (0.02-0.05) rpm .

5- المشاكل المتوقعة في أحواض الترسيب الأولية :

المشكلة	الأسباب	الحلول
قلة إزالة المواد الصلبة المعلقة	زيادة التحميل المائي أو تراكم الحمأة في أحواض إزالة الرمال السابقة أو وجود تيارات رياح أو التيارات الحرارية في الموقع	استخدام كافة أحواض الترسيب الأولي أو أضف مخثرات كيميائية أو زد توتر سحب الحمأة أو امنع وصول مياه صرف صناعية ذات تراكيز عالية من المواد الصلبة المعلقة من الدخول إلى حوض الترسيب

انجراف الحمأة من حوض الترسيب الإبتدائي	عدم ملائمة عمل مضخة سحب الحمأة , أو حصول جريان عاصف	عدل نظام ضخ الحمأة من حوض الترسيب الإبتدائي , أو زد حجم الحوض أو استخدم حوض التعادل
قصر دارة الجريان	عدم انتظام وضع الهدار أو انكسار أو زوال حواجز التهدئة .	صحح وضع الهخدار أو أصلح أو أبدل حواجز التهدئة أو أضف حواجز تهدئة جديدة
تراكم الخبث على سطح الماء في الحوض	تعطل منظومة القشد أو قلة توتر إزالة القشدة أو دخول كميات كبيرة من المواد الطافية إلى المحطة .	أصلح تجهيزات القشد أو زد تواتر عملها أو أزل المواد الواصلة يدوياً إن لزم الأمر
انسكاب الخبث من الحوض	قلة تةاتر إزالة الخبث أو وصول كميات كبيرة من مياه الصرف الصناعي , أو تعتطل أو اهتراء القاشد أو عدم صحة تركيب تجهيزات القشد أو عدم توقيع حواجز القشد على العمق الصحيح	زد تواتر القشدة أو أضبط دخول مياه الصرف الصناعية إلى المحطة أو نظف أوأصلح القاشد أو صحح توقيع القاشد أو زد عمق غمرحواجز القشد إلى مقدار الملائم
تشكل الرغوة على سطح الحوض	دخول مواد مرغية إلى المحطة	اضبط دخول مياه الصرف الصناعية إن كانت تعيق عمل المحطة أو استخدم رشاشات المياه أو أضف مواد كيميائية مزيلة مخفضة للرغوة

الجدول (5) بعض المشاكل في أحواض الترسيب الابتدائية

(4-3-2) المعالجة الثانوية أو البيولوجية :

1-الغاية من المعالجة :

نعتبر المعالجة الثانوية أو البيلوجية لمياه المجاري أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة .. وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة

الموجودة في مياه المجاري وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية تتألف في معظمها من البكتيريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على انفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي .

يعتبر وجود البكتيريا والأكسيجن (الهواء) أهم عنصرين من العناصر المطلوبة لإنجاح المعالجة البيولوجية إضافة إلى توفر شروط أخرى . مثل الرقم الهيدروجيني (ph) درجة الحرارة – وجود بعض المغذيات المساندة .... لتحقيق أفضل النتائج من المعالجة البيولوجية.

2–وتشمل عادة المعالجة البيولوجية على مرحلتين :

1– أحواض التهوية أو المفاعلات (Aeration tanks) .

2–أحواض الترسيب (الترويق) (Seacondary (Final) sedimentation tanks) .





A **D**

(12-2) أحواض التهوية الشكل (D – A)

A- المفاعل أو حوض التهوية :

حيث تجري كافة العمليات البيولوجية بتوفر المواد العضوية (Food) والبكتيريا في المياه وكذلك المواد المعلقة الأخرى . يشكل المواد العضوية والبكتيريا والمواد المعلقة الأخرى والمياه في حوض التهوية ما يدعى بالمحلول البيولوجي وتدعى المواد الصلبة المختلفة التي تشكل البكتيريا نسبة كبيرة منها بالمواد الصلبة المعلقة في المحلول البيولوجي .

حوض الترسيب الثانوي أو النهائي : تساق المواد الصلبة المعلقة في المحلول البيولوجي , والتي تشكل البكتيريا معظمها حين وجودها في حوض التهوية , إلى حوض الترسيب حيث يساعد تجمع هذه المعلقات البيولوجية والتي يكون وزنها النوعي أكبر قليلاً من الوزن النوعي للماء على سهولة ترسبها في أحواض الترسيب الثانوي وذلك على شكل حمأة (sludge) يمكن إزالتها من هذه الأحواض , بحيث تكون المياه الصادرة عن أحواض الترسيب الثانوي على درجة جيدة من النقاء العضوي .

3 – أنواع المعالجة البيولوجية الشائعة :

رغم أن المعالجة البيولوجية تتطلب أساساً توفر الأكسيجن والبكتيريا إلا أن هناك طرقا أخرى عديدة تختلف باختلاف أسلوب عمل المفاعل بشكل خاص :

وأهم طرق المعالجة :

a-طريقة الحمأة المنشطة :

b-طريقة الأهوار المهواة : (Aerated Lagoon) .

c-طريقة المرشحات البيولوجية أو مرشحات التسرب :

.(Biological or Trickling Filters)

d– الملامسات البيولوجية الدوارة : (Rotationg Biological Contactors) .

e – برك التثبيت : (Stabilization ponds) .

4 –طريقة الحمأة المنشطة (Activated Sludge) :

تعتبر هذه الطريقة الأكثر شيوعاً وإستخداماً في الوقت الحاضر من بين الطرق الأخرى للمعالجة البيولوجية وذلك بسبب فاعليتها العالية في المعالجة ومزاياها التي تناسب كثيرا من الظروف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لمعظم التجمعات السكانية الكبيرة لذلك ستبحث بتفصيل أكبر مقارنة مع الطرق الأخرى .

ولطرق الحمأة المنشطة عدة نظم لتنفيذ الحمأة المنشطة :

- ❖ الحمأة المنشطة التقليدية .
- ❖ الحمأة المنشطة ذات التغذية المجزأة .
- ❖ الحمأة المنشطة ذات التثبيت بالتماس .
- ❖ الحمأة المنشطة ذات المعدل العالي .
- ❖ الحمأة المنشطة ذات التهوية المديدة .

نوع الطريقة	نظام التهوية	نوع المفاعل	نسبة الغذاء إلى الكتلة الحيوية (F\M)	معدل التحميل الحجمي كغ BOD\m3.day	تركيز المواد المعلقة في السائل الممزوج MLSS	زمن المكوث بالساعة	عمر الحمأة باليوم	حجم الهواء اللازم M3\kg	كفاءة إزالة الـ BOD
تقليدية	هواء مذررأو عنفات سطحية	جريان جبهي	0.4-0.2	0.6-0.3	3-1.5	8-4	15-5	60-50	95-85
التغذية المجزأة	هواء مذرر	جريان جبهي	0.4-0.2	0.9-0.6	3.5-2	5-3	15-5	45-30	95-85
التثبيت بالتماس	هواء مذررأو عنفات سطحية	جريان جبهي	0.6-0.2	1.2-0.9	3-1	1-0.5	15-5	50	90-80
التهوية بمعدل عالي	عنفات سطحية	جريان جبهي أو خلط كامل	1.5-0.4	2.4-1.2	10-4	3-1	10-5	----	90-75
التهوية المديدة	هواء مذررأو عنفات سطحية	جريان جبهي أو خلط كامل	0.15-0.05	0.4-0.15	6-3	36-18	30-20	110-75	95-75
باستخدام الأكسجن النقي	عنفات سطحية	خلط كامل	1-0.25	4-1.6	8-6	3-1	20-8	-----	95-85

الجدول (6) معايير نظم الحمأة المنشطة

المعايير الأساسية التي تصف عمليات الحمأة المنشطة هي :

- زمن المكوث الهيدروليكي في حوض التهوية HRT|.
- تركيز المواد المعلقة TSS في السائل الممزوج ضمن الحوض .
- الحمل العضوي إلى الكتلة الحيوية (F\M) .
- معدل التحميل العضوي الحجمي .
- عمر الحمأة (زمن الإحتفاظ بالكتلة الحيوية SRT) .
- نوع الجريان في الحوض (جريان جبهي – خلط كامل) .
- نظام التهوية (هواء مذرر – عنفات التهوية السطحية) .

وفي دراستنا لتصميم محطة المعالجة سنستخدم طريقة الحمأة المنشطة وفق نظام الحمأة المنشطة التقليدية حيث تستقبل في هذه الطريقة مياه الصرف الخارجة من حوض الترسيب الأولي , وكذلك الحمأة المعادة من حوض الترسيب الثانوي عند بداية الحوض حيث يكون حوض التهوية متطاولاً ونسبة الطول إلى العرض أكبر بكثير من الواحد ويتم في هذه الطريقة مزج محتويات الحوض بتجهيزات التهوية الميكانيكية السطحية أو بالهواء المذرر .

ويكون معدل أعطاء الهواء ثابت على طول حوض التهوية ويتراوح زمن المكوث بين (4-8) ساعات , وإنتاج الحمأة بشكل كبير أما احتمال حدوث النترتة فهو ممكن ولكن بشكل

ضعيف جدا". وبالرغم من أهلية هذه الطريقة للمعالجة ولكنها تتعرض لبعض المشاكل

وأهم مشكلتين تواجه طريقة الحمأة المنشطة :

المشكلة الأولى : انتفاخ الحمأة (وجود البكتريا الخيطية):

كيف نكتشف المشكلة : من وجود محتوى عالي من المواد الصلبة المعلقة في المياه الخارجة من المرسب الثانوي .

ومن وجود بكتريا خيطية في السائل الممزوج .

أسباب انتفاخ الحمأة :

- **تركيز منخفض للمادة المغذية في مياه الصرف الداخلة لحوض التهوية .**
- **وجود مركبات سامة في مياه الصرف الداخلة لحوض التهوية .**
- **تذبذب في درجة الحرارة وفي الأس الهيدروجيني PH للماء الداخل للحوض .**

الحل لهذه المشكلة :

- **نقوم بزيادة الكلور أو زيادة جرعة الماء الأكسجيني في خط الحمأة المدورة (من 5 إلى 15 غرام كلور لكل (1) كغ من المواد المعلقة في اليوم).**
- **نقوم بمعايرة المخثرات (كلور الحديد ......).**
- **نقوم بزيادة عمر الحمأة (زمن الإحتفاظ بالكتلة الحيوية) .**
- **اضبط تركيز الأكسيجن المنحل وقيمة الأس الهيدروجيني ph .**

المشكلة الثانية : الرغوة

كيف نكشف المشكلة : ظهور قشدة وخبث في حوض التهوية .

سبب المشكلة : وجود تركيز عالي من مركبات التي تسبب الرغوة أو تركيز عالي للزيوت والدهون أو كليهما في مياه الصرف الداخلة إلى حوض التهوية .



تشكل الرغوة الشكل (2-13)

الحل لهذه المشكلة :

- **نقوم بالتحكم في كميات الدسم و الشحوم في المياه الداخلة لحوض التهوية .**
- **نقوم بإزالة الرغوة عن طريق رش الماء .**
- **نقوم بمعايرة جرعة الكلور .**

إن مرحلة المعالجة بالحمأة المنشطة تحدث في أحواض التهوية وشكل أحواض التهوية متعلق بأجهزة التهوية متعلق المركبة , وتنجز الأحواض المستطيلة عندما تكون نواشر التهوية مركبة بشكل متفرق .

إن نسبة عرض الحوض إلى الارتفاع تتراوح بين (1-2) وعند تركيب أجهزة التهوية ميكانيكية يمكن اختيار أشكال دائرية وخصوصاً في حالة محطات المعالجة الصغيرة وفي مثل هذه الحالات تتراوح نسبة العرض أو القطر إلى الارتفاع بين (1.5-5) متر تبعاالأبعاد عنفات التهوية الميكانيكية وتصنف أجهزة التهوية الميكانيكية إلى فئتين :

- **ذات محور شاقولي .**
- **ذات محور أفقي .**

وكذلك يجب الانتباه إلى قاع حوض التهوية بحيث يجب إعطاؤه انحدار خفيف باتجاه معين لتقوم المضخات بتفريغ الخزانات عند الصيانة .

ويتألف نظام التهوية من النواشر الطافية وأنابيب الهواء والنافخات ويتم اختيار كل نظام طبقاً لحجم الفقاعات الهوائية وعمق انبعاث الهواء إن أجهزة التهوية التي تعطي فقاعات ناعمة يمكن أن تزيد فعالية التهوية بسبب سطح التماس الكبير بين الماء والهواء وكلما زاد عمق انبعاث الهواء كلما زاد معدل انتقال الأكسيجن .

B – أحواض الترسيب (الترويق) الثانوي أو النهائي :

1 – تشبه طريقة عمل أحواض الترسيب الثانوية طريقة عمل أحواض الترسيب الإبتدائية فيما عدا اختلاف في القيم العددية لبعض معايير التصميم وهي تشكل الجزء المتمم في مرحلة المعالجة البيولوجية حيث يتم هنا فصل وإزالة الكتلة الحيوية وجزء من المواد العضوية المتبقية دون معالجة والتي تدعى الحمأة المعادة

التي يعاد قسم منها إلى حوض التهوية والحمأة الفائضة تؤخذ إلى مرحلة معالجة لاحقة .



أحواض الترسيب الثانوي الشكل(2-14)

2 – المشاكل المتوقعة في حوض الترسيب الثانوي :

المشاكل	الأسباب	الحلول
قيم عالية للمواد الصلبة المعلقة أو للأكسجين المستهلك للأكسدة الحيوية في مياه الصرف الخارجة من حوض الترسيب الثانوي	انسلاخ زائد للطبقة الحيوية الرقيقة من المرشح البيولوجي أو الأقراص الدوارة بسبب التغيرات في الطقس أو بسبب التحميل الشديد أو بسبب التغيرات الشديدة في الأس الهيدروجيني أو وجود مواد سامة	أضف بولمير إلى المياه الداخلة إلى حوض الترسيب الثانوي أو زد معدل الجريان السفلي من حوض الترسيب الثانوي أو قلل معدل إعادة التدوير خلال فترات الجريان الأعظمي
حمأة صاعدة في حوض الترسيب الثانوي	بسبب نمو البكتيريا الخيطية في الحمأة المنشطة أو حصول إزالة للنترات حيث يلتصق غاز النتروجين أثناء انطلاقه من حوض الترسيب الثانوي بجسيمات الحمأة	زد الأكسجين المنحل في حوض التهوية إذا كان أقل من 2 ملغ \ ليتر أو انقص مدة المكوث الهيدروليكي في أحواض التهوية بإخراج أحد الأحواض من الخدمة وذلك بهدف إنقاص النترجة أو قلل تركيز المواد الصلبة

	فيرفعها أو تهوية زائدة أو حمأة متحللة بسبب عدم إزالة الحمأة بالسرعة الكافية من حوض الترسيب الثانوي	المعلقة في السائل الممزوج أو زد معدل إعادة الحمأة المنشطة المدورة لإنقاص مدة بقائها في حوض الترسيب الثانوي أو أضف مادة مؤكسدة كالكلور أو بيروكسيد الهيدروجن

الجدول (7) مشاكل حوض الترسيب الثانوي

(2-3-5) المعالجة المتطورة لمياه الصرف الصحي :

ماهي الحاجة لوجود معالجة متطورة ؟

إن المعالجة الإبتدائية والثانوية تزيل الجزء الأكبر من الـ BOD المواد الصلبة المعلقة المجودة في مياه الصرف الصحي ولكن في كثير من الحالات ثبت أن مراحل المعالجة هذه لم تكن كافية لحماية مصادر المياه المستقبلة للماء المعالج أو لتعطي ماء قابلاً للتدوير أو لإعادة الإستخدام في الصناعة أو أية استخدامات منزلية أخرى .

لذلك تمت إضافة مراحل إضافية من المعالجة لتأمين إزالة إضافية للمواد العضوية والمواد الصلبة المعلقة وإزالة المواد المغذية والمواد السامة .

وتعرف المعالجة المتطورة بأنها أية عملية معالجة تصمم لتنتج تدفقاً خارجاً ذو نوعية عالية الجودة أفضل مما يمكن التوصل إليه عن طريق مرحلة المعالجة التقليدية .

نماذج لحالات المعالجة المتطورة لمياه الصرف الصحي :

- ❖ المعالجة الثالثية
- ❖ المعالجة الكيميائية الفيزيائية .

❖ **المعالجة المشتركة البيولوجية الكيميائية الفيزيائية .**

وأخيراً يتبع لمراحل المعالجة مرحلة متممة وضرورية في معظم محطات المعالجة وتتلخص هذه المرحلة في وحدتين متتاليتين للمعالجة هما :

- الترشيح.

وعندما لانطبق عملية الترشيح على مياه المجاري الصادرة عن مرحلة المعالجة البيولوجية أو الثانوية يجب في سائر الحالات تعقيم المياه الصادرة عن مرحلة المعالجة الثانوية قبل تصريفها في المصب المستقبل أو استخدامها في أغراض أخرى .

تهدف عملية الترشيح إلى فصل وإزالة المواد العالقة العضوية وغير العضوية وكذلك الجراثيم والشوائب الأخرى التي لم يتم فصلها في حوض الترسيب الثانوي .

وتتم عملية الترشيح بإحدى الطرق التالية :

1- الترشيح الرملي السريع المفتوح .

2-الترشيح الرملي تحت الضغط .

3- الترشيح الدقيق أو الميكروبي .

- التعقيم :

يعتبر التعقيم المرحلة التالية لعملية الترشيح في المعالجة الثالثية والمرحلة الأخيرة في معالجة المياه في المحطة بصورة عامة ورغم أنه يعتقد بأن المعالجة بالحمأة المنشطة تقضي على حوالي (90 %) من الجراثيم الموجودة في المياه فإن المتبقي لازال يشكل رقماً ضخماً وذا تأثير ملحوظ على الصحة العمة .

- ومن أهم المواد المستخدمة في التعقيم التالية :
- الكلور المميع أو السائل .CL_2
- هيبوكلوريت الصوديوم .NaOCL
- هيبوكلوريت الكالسيوم .Ca(ocl3)
- الأوزون . O_3
- الأشعة فوق البنفسجية . UV

تساهم معالجة المياه في إزالة الأحياء الدقيقة عضوية التغذية أو الممرضة أو البكتيريا ولكن يبقى جزء ضئيل لابد من التخلص منه قبل رمي المياه أو استخدامها للري , ولذلك تتم عملية تعقيم المياه .

وعملية التعقيم تشمل عملية تعقيم بطرق فيزيائية وبطرق كيميائية .

الطرق الفيزيائية من أجل تطهير المياه :

- غلي الماء : إن تسخين الماء لدرجة حرارة تزيد على 75° ولمدة 15 دقيقة أو حتى 20 دقيقة يؤدي إلى قتل الجراثيم الممرضة ولكن هذه الطريقة ليست اقتصادية لتطهير كميات كبيرة من المياه .
- الأشعة فوق البنفسجية : إن تعريض الماء للأشعة فوق البنفسجية المتوفرة في أشعة الشمس يؤدي إلى قتل الجراثيم الموجودة فيه ولزيادة مردود هذه الطريقة ولرفع إمكانية التحكم فيها تولد هذه الأشعة بشكل اصطناعي بوساطة مصابيح ضوئية خاصة

توجه الأشعة الناتجة عنها على المياه مباشرة لتطهيرها وكل ذلك يتم ضمن صالات مغلقة .

الطرق الكيميائية في التعقيم :

- الطريقة الكيميائية الأولى (الكلور) :

الكلورة : نقصد بالكلورة استعمال الكلور أو الهيبوكلوريتات المختلفة .

ماهو الكلور ؟

الكلور: هو أحد عناصر المجموعات الكيميائية التي تدعى الهالوجينات والرقم الذري للكلور هو 17 وكتلته الذرية 34.35 في الحالة العنصرية .يكون الكلور في الشروط المحيطية العادية على شكل غاز ثنائي الذرة أي cl_2 , وفي هذه الحالة يكون الكلور لونه أصفر مخضر , وكثافته تعادل 2.48 مرة كثافة الهواء , رائحته مؤذية وحتى خانقة فهو عالي السمية , الكلور قابل للتميع بسهولة في درجة الحرارة المحيطة العادية , الكلور سائل أثقل من الماء , الكلور ذو قابلية للإنحلال جيدة في الماء , وتزداد انحلالية الماء بازدياد درجة الحرارة .

عملية التطهير بالكلور : هذه الطريقة شائعة الإستخدام و الكلور شديد السمية بالنسبة للأحياء الدقيقة ويعتمد الكلور في تأثيره على الأحياء الدقيقة وهو مبدأ الأكسدة حيث يقوم بتثبيط الجملة الأنزيمية للجراثيم ولاتنحصر فعاليته على الجراثيم بل له الفعالية نفسها على الفيروسات وعادة يضاف الكلور أو مركباته إلى المياه لتطهيرها فعند إضافة الكلور إلى المياه أو إضافة هيبوكلوريد الصوديوم يحدث التفاعل التالي :

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + HCl$$

$$NaOCl + H_2O \rightarrow HOCL + Na + OH$$

فإن الكلور يتحول إلى حمض تحت الكلور HOCl ومع ارتفاع درجة PH فإن حمض تحت الكلور يتفكك إلى شاردة الهيدروجين وشاردة تحت الكلور تتفكك إلى شاردة الهدروجين وشاردة تحت الكلور .

$$HOCL \rightarrow H + OCL$$

إن الأشكال الثلاثة للكلور (CL_2 – HOCL - OCL) تتداخل مع بعضها ويرتبط تأثيرها بدرجة الحرارة ودرجة PH وتتوقف فاعلية الكلور ولكمية اللازمة ولإبادة الجراثيم بشكل كلي على عوامل كثيرة أهمها :



الشكل (2-15) حوض الكلور

1 – درجة الحرارة : إذ تقل جرعة الكلور المضافة عند ارتفاع درجة الحرارة بسبب ازدياد سرعة تفكيك مركبات الكلور (يقل تأثير الكلور إلى درجة الحرارة المرتفعة) .

2– الضوء : يؤدي الضوء إلى تفكيك هذه المواد أثناء تعرضها للضوء .

3 – عامل درجة PH : تزداد الجرعة اللازمة من الكلور بازدياد قيمة PH .

4 – مدى التماس : تزداد فعالية الكلور بازدياد زمن التماس (المادة المطهرة + الماء) وعملياً يجب أن تمر ثلاثين دقيقة بعد إضافة الكلور قبل استعمال المياه .

3 – تعداد الجراثيم وأنواعها : يتميز كل نوع من الجراثيم بمقاومة معينة لتأثير الكلور

4 – العكر تزداد جرعة الكلور اللازم بازدياد العكر لأن المواد المسببة للعكر تحمي أو تؤمن للجراثيم أماكن حماية من العوامل البيئية المؤثرة .

5 – توافر مركبات النتروجين يؤدي وجود مركبات النتروجين إلى انخفاض تأثير الكلور يجب أن لا يسمح باستخدام تراكيز عالية للكلور في التعقيم بل يجب أن تكون الجرعة بالحد الأدنى .

– الطريقة الكيميائية الثانية (الأوزون) :

يستخدم غاز الأوزون لتعقيم المياه ويتم الحصول عليه بتمرير الهواء الجاف ضمن جهاز خاص مع استخدام شحنة كهربائية عالية وهو غير ثابت في المياه سريع التفكك ولايمكن تخزينه .

يقوم الأوزون بأكسدة بروتوبلازما الأحياء الدقيقة بشكل تمام ويحطم الروابط الببتيدية في جدار الخلية , وهو مثبط وقاتل للجراثيم بشرط أن تكون المياه شفافة وغير عكرة ويكون فعال بالنسبة للجراثيم والفيروسات والأبواغ الجرثومية ووحيدات الخلية .

إن التركيز المفضل للأوزون (0.04 – 1) ملغ اليتر وزمن التماس 4 دقائق .

للتعقيم بالأوزون له فعالية في التخلص من اللون والطعم والرائحة الناتجة عن وجود المواد العضوية المتفككة أو من وجود H_2S والأشنيات والفضلات الصناعية حيث يقوم الأوزون بأكسدة هذه المواد وتفكيكها ونعتبر الأوزون غير خطير على صحة الإنسان حيث يستخدم بتراكيز بسيطة للتعقيم .

الفصل الثالث

لعئكج بطئكح لآب

معالجة الحمأة

(Sludge Treatment)

(1-3) مقدمة :

الحاجة إلى تنقية مياه الصرف الصحي جاء مع ازدياد الطلب على إعادة استخدام هذه المياه مما أدى إلى ارتفاع مستوى المواصفات والمعايير الخاصة بتنقيتها لنحقق أعلى درجات الأمان البيئي والصحي في حالة إعادة استخدام هذه المياه أو في حالة التخلص منها في البيئة , وكان من أهم معايير الجودة لهذه المياه هو محتواها من الشوائب والمواد الصلبة والتي أدى إزالتها في محطات المعالجة إلى تكون نفاية صلبة هي الحمأة (Sludge) لمحطات الصرف الصحي مستخلصة من هذه المياه ...

(3−2)الهدف من معالجة الحمأة:

1− نادرا ما ينحصر نظام الصرف الصحي الحضري على نقل مياه صرف منزلية فقط ولكن غالبا ما تنقل إلى شبكة الصرف تدفقات صناعية من المعامل و جريانات مطرية تحتوي بالإضافة إلى النفايات العضوية , على آثار من العديد من الملوثات التي نستخدمها , بعض من هذه الملوثات سام للنباتات (phytotoxic) وبعضها سام للإنسان والحيوان , لذلك من الضروري ضبط تركيزها في التربة وضبط معدلات تطبيقها على التربة .

2−إن حمأة مياه الصرف تحتوي أيضا على بكتريا ممرضة , والفيروسات و وحيدات الخلية وشوائب أخرى يمكن أن ترفع مستوى الخطر على صحة الإنسان والحيوان والنبات , يمكن تقليل أعداد العوامل الممرضة الموجودة في الحمأة قبل تطبيقها على الأرض وذلك بمعالجة مناسبة للحمأة, ويقل احتمال الخطر الصحي بتأثير الطقس , وأحياء التربة والزمن بعد إضافة الحمأة إلى الأرض.

3- إن المادة العضوية في الحمأة يمكن أن تحسن من سعة التربة للاحتفاظ بالماء وتحسن من بنية بعض الترب. خاصة عندما تضاف إلى الأرض على شكل كعكة حمأة مزال منها الماء.

(3-3) أنواع المواد الصلبة في مياه الصرف الصحي حيث عرفت ثلاثة أنواع :

- العوالق الصلبة .
- المواد الصلبة الذائبة .
- العوالق الصلبة المتطايرة .

وقد وجد أن أغلب محتوى المواد الصلبة العالقة في مياه الصرف الصحي هو من المواد العضوية في حين أن المواد الغير عضوية كانت تشكل أعلى نسبة في مكونات المواد الصلبة الذائبة في مياه الصرف الصحي .

إن معظم عمليات معالجة المياه تنتج الحمأة ولكن تختلف من مرحلة إلى مرحلة اخرى ففي مراحل المعالجة الإبتدائية تسمى حمأة الإبتدائية .

وفي مراحل المعالجة الثانوية تسمى حمأة الثانوية .

وخليط المرحلتين الإبتدائية والثانوية تسمى حمأة مختلطة .

(3-4) مواصفات الحمأة :

(3-4-1) مواصفات الحمأة الأولية :

- لونها أسود (فاتح) .

- لها رائحة كريهة .

- محتوى الماء فيها يختلف بشكل كبير ويعتمد على عوامل عدة تتضمن :

1 – حجم وشكل حوض الترسيب الابتدائي .

2– زمن المكوث في الحوض .

3 – تكرار وطريقة إزالة الحمأة .

4 – المواد الصلبة العضوية فيها تحتوي على دهون – شحوم – فضلات طعام – براز– ورق.....

(3-4-2) مواصفات الحمأة الثانوية :

غالباًُ ما تحتاج المياه لمرحلة ترسيب ثانوي لتخليص المياه من الأحياء البيولوجية المتكاثرة في عمليات المعالجة البيولوجية (مهما كانت طريقة المعالجة البيولوجية) .

فالحمأة الناتجة عن الترشيح البيولوجي هي حمأة دبالية لونها مائلاًُ للبني عندما تكون جديدة ولها رائحة التراب , والمواد العضوية تشكل (65-75%) من المادة الصلبة تتضمن الفضلات البيولوجية والحشرات والديدان .

أما الحمأة الناتجة عن عمليات الحمأة المنشطة تنتج الحمأة الفائضة المادة الصلبة (-80 70%) منها على شكل مواد متندفة ومواد صلبة ناتجة عن التمثيل الخلوي من الكائنات الحية .....

(3-4-3) مواصفات الحمأة المختلطة :

في العديد من محطات المعالجة تضخ الحمأة الدبالية المنتجة عن المرشحات البيولوجية

أو الحمأة الفائضة عن عمليات الحمأة المنشطة وكذلك الحمأة الناتجة عن مراحل المعالجة الثالثة إلى أحواض الترسيب الأولي لتترسب مع الحمأة الإبتدائية عندها تدعى الحمأة المختلطة .

(3-4-4) مواصفات الحمأة المنشطة :

هي عبارة عن مزرعة خليطة من العديد من الكائنات الحية الدقيقة التي ترتبط بالمغذيات الموجودة في المياه وتقوم بهضمها .

وعليه فإن أنظمة الحمأة المنشطة هي أنظمة وتشكل البكتيريا (95%) من حجم الكتلة الحيوية الموجودة فيها , لذا فإنه للتحكم في هذا المفاعل الحيوي يجب أن تتحكم في النمو الميكروبي وللتحكم في النمو الميكروبي يجب أن تتحكم في العوامل المؤثرة عليه بكتيريا الحمأة المنشطة كفيلة بإزالة الملوثات العضوية في وجود الأكسيجن الذي يوفره نظام التهوية في أحواض التهوية وبهذا لا تستطيع البكتيريا خفض الحمل العضوي وخصوصاً الذائب الذي لا يمكن للمحطة أن تزيله بالترسيب أو الترشيح , وهذا الخفض بواسطة تحويله من مادة عضوية غير حية ذائبة أو معلقة إلى مادة عضوية حية قابلة للترسيب .

(3-5) عوامل تؤثر في اختيار الطرق المتبعة لمعالجة الحمأة :

- حجم الحمأة المراد معالجتها ومساحة الأرض المتوفرة .
- الآثار الجوية في المنطقة .
- مواصفات التربة ومواصفات الحمأة .
- التطور التكنولوجي المتوفر.

كما ذكرنا أن المواد الصلبة المتكونة أثناء فترة المعالجة لمياه الصرف الصحي في المحطات والتي تدعى بالحمأة ..... هي تحوي كميات ضخمة من الماء قد تتجاوز نسبتها (97%) من حجمها ... وكما تحوي مقادير من الممرضات المنقولة مع مياه الصرف الصحي والتي أزيلت معها أو ضخمها علاوة على محتواها الكيميائي كمواد عضوية قابلة للتخمر والتحلل الحيوي .

ولكي تصبح مقبولة وآمنة بيئياً وصحياً في حالة التخلص منها في البيئة أو إعادة استخدامها فإنه لابد من معالجتها للحد من مشكلة الممرضات المنقولة معها .

(3-6) طرق معالجة الحمأة :

1- التكييف .

2- الهضم بنوعيه الهوائي واللاهوائي .

3- التجفيف الميكانيكي بأنواعه المختلفة .

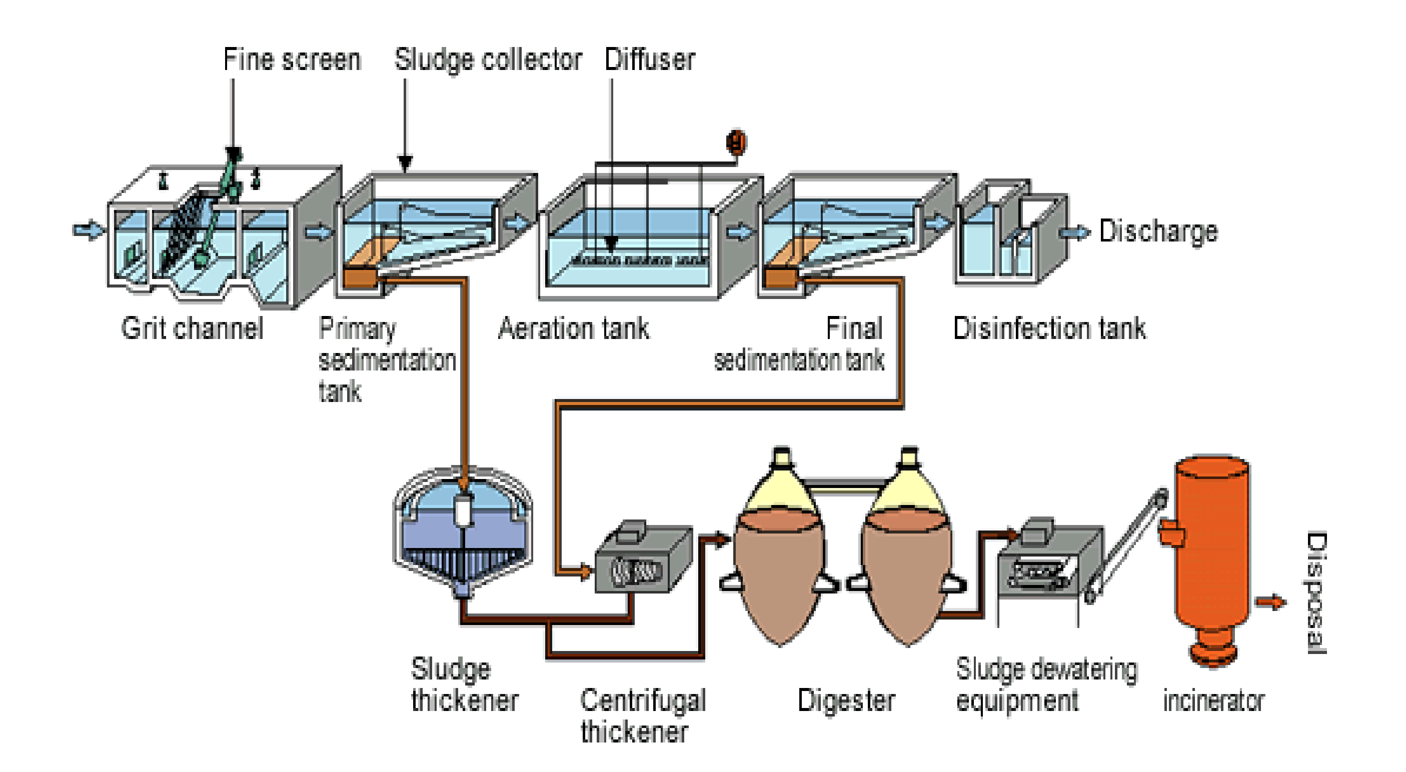
4- التكثيف بنوعيه الثقالي وبالتعويم .

5- التجفيف الطبيعي .

6- الترميد.

7- الإسماد .

إن عمليات الهضم والترميد تستعملان أساساً من أجل إزالة المواد العضوية الموجودة في الحمأة بينما تستخدم عمليات التركيز والتكييف وإزالة الماء من أجل إزالة الماء من الحمأة .



الشكل (3-1) مراحل معالجة الحمأة

ولنستعرض كل طريقة ماهو الهدف من استخدامها وكيف تستخدم .

(3-6-1) تكييف الحمأة

تكييف الحمأة هي عملية تعالج بها الحمأة كيميائياً أو بوسائل أخرى مختلفة من أجل تحضيرها لعمليات لاحقة من أجل إزالة الماء عنها .

A – التكييف الكيميائي :

يوجد العديد من المواد الكيميائية المستخدمة في تكييف الحمأة منها حمض الكبريت , الشبة , كبريتات النحاس المكلورة , كبريتات الحديدي وكلور الحديد لوحده مع أو بدون

الكلس , ويمكن أحيانا استخدام الكلس لوحده أو كلور الحديد لوحده , فالكلس لوحده يستخدم في تكييف أنواع الحمأة الإبتدائية , وكلور الحديد لوحده يستخدم لتكييف الحمأة المنشطة .

إن إضافة المادة الكيميائية للحمأة يرفع أو يخفض من قيمة PH لدرجة تسمح في تكتل الجزيئات الصغيرة إلى جزيئات أكبر , ويمكن التخلص من الماء بسرعة أكبر .

B– التكييف والتثبيت الحراري :

توجد عمليتان أساسيتان للمعالجة الحرارية للحمأة وهما :

1 – الأكسدة الهوائية الرطبة : هي أكسدة الحمأة بدون لهب وبدرجة حرارة 232 إلى 290 درجة مئوية وضغط حوالي 80 بار . بهذه الطريقة ترجع الحمأة إلى رماد .

2 – المعالجة بالحرارة : تتم بدرجة حرارة 180 إلى 200 درجة مئوية و ضغط 10 إلى 20 بار , إن نظام المعالجة بالحرارة يحرر الماء المقيد ضمن بنية خلية الحمأة لذلك تتحسن صفات إزالة الماء والتكثيف للحمأة .

C – المزج : هو عملية يتم فيها خلط نوع أو أكثر من الحمأة من أجل تسهيل وجود تركيز أكبر للمادة الصلبة في الحمأة ومزيج أكثر تجانساً قبل عملية نزع الماء .

إن عملية المزج تقلل الحاجة إلى مواد كيميائية من أجل التكييف وإزالة الماء عن الحمأة.

وتتم عملية المزج عادة في حوض التجميع للحمأة حيث يتم مزج حمأة أولية مع الحمأة المنشطة الفائضة .

(2-6-3) تحويل الحمأة إلى كومبوست

يعرف تحويل الحمأة إلى كومبوست على أنه تحلل حراري هوائي للنفايات العضوية لتتحول إلى مواد تربة عضوية ثابتة نسبيا , ينتج التحلل عن النشاط البيولوجي لأحياء مجهرية توجد في النفايات .

إن الكومبوست الجيد يمكن أن يحتوي حوالي حتى 2 % نتروجين و1% حمض الفوسفور والعديد من العناصر النادرة .

إن الصفة الأكثر قيمة للكومبوست ليس محتواه العالي من المواد المغذية ولكن صفات الإحتفاظ بالماء والصفة الحيوية للتربة .

(3-6-3) تثبيت الحمأة (هضم الحمأة)

التثبيت هو تحويل المادة العضوية الفعالة الموجودة في الحمأة إلى مواد خاملة غير ضارة في حالة التثبيت اللاهوائي يكون هضم الحمأة بغياب الأكسيجن الحر لتنتج كميات كبيرة من الغازات 65 % منها أو أكثر هي غاز الميتان ثم التخلص من المواد الصلبة المتبقية الثابتة أو بطيئة التحلل في الزراعة .

والهضم الهوائي هو عملية تثبيت تطبق في تجهيزات هضم يركب فيها نافخ هواء أو يطلب تركيبه من أجل معالجة السوائل , يوجد سيئة لهذا النظام هي الحاجة إلى كمية كبيرة من الطاقة وهو ذو فعالية ضعيفة في الأماكن ذات الطقس البارد .

(3-6-4)تركيز الحمأة

هو تحويل الحمأة المخففة إلى حمأة أكثر تركيزا(واحدة الحجم من الحمأة تحوي كمية أكبر من المادة الصلبة) بسحب أكبر قدر من الماء عنها .

من الطرق المتبعة في تركيز الحمأة :

1 – التركيز بالثقالة : تتم عملية التركيز بالثقالة في حوض مجهز بآلية تحريك بطيء تحطم الجسر المائي بين جزيئات الحمأة , مما يزيد من الرص والترسيب .

2 – التطويف بالهواء المنحل : ينتشر استخدام التطويف بالهواء المنحل وهو قابل للتطبيق خاصة في الحمأة الجيلاتينية مثل الحمأة المنشطة .

3 – التركيز بالطرد المركزي : إن عملية الطرد المركزي هي تسريع لعملية الترسيب بتطبيق قوة طرد مركزية ويستخدم الطرد المركزي في كل من تركيز الحمأة ولإزالة الماء منها .

(3-6-5) ترميد الحمأة (حرق الحمأة)

الترميد هو وسيلة معالجة تتضمن هدم المادة العضوية في الحمأة بالحرق المضبوط عند درجات حرارة عالية , أي حرق الحمأة لإزالة الماء عنها ويختزل بقايا الحمأة إلى رماد آمن غير قابل للاحتراق يمكن منه بشكل آمن إلى الأرض أو إلى أجسام مائية معينة أو طمره تحت الأرض .

(3-6-6) إسماد الحمأة

تهدف عملية إسماد الحمأة إلى تحقيق الغايات التالية :

= القضاء على الجراثيم والديدان الضارة نتيجة ارتفاع الحرارة أثناء عملية الإسماد إلى حوالي 70 % درجة مئوية .

= إنقاص الحجم الإجمالي للحمأة بتخفيض محتوى الرطوبة والمواد الصلبة الطيارة في الحمأة وبعد إعادة استخلاص المواد الوسطية المخلخلة المضافة إليها أثناء عملية الإسماد

= الحصول على ناتج مفيد كمخصب للتربة الزراعية .

(7-3) الطرق المتبعة لمعالجة الحمأة المنشطة التقليدية :

وتتضمن معالجة الحمأة في محطة المعالجة بالحمأة المنشطة التقليدية بمرورها على ثلاث عمليات وهي :

1-أحواض تكثيف الحماة .

2-أحواض إنتاج الميتان .

3- أحواض التجفيف .

إن التخطيط والتصميم والتنفيذ والإدارة الصحيحة لمشاريع معالجة مياه الصرف الصحي لابد وإن تشتمل على آلية صحيحة للتخلص الآمن من النفايات الصلبة(الحمأة) لهذه المشاريع والذي غالباًُ ما يتم بإعادة استخدامها أو بدفنها أو حرقها أو رميها في البحار وتتم إعادة استخدامها عن طريق معالجتها .



الشكل (3-2) الحمأة المعالجة

(3-4-3-1) أحواض التكثيف(Thickening Tanks) :

تهدف عملية التكثيف الحمأة (Sludge Thickening) بشكل رئيسي إلى زيادة تركيز المواد الصلبة بإنقاص المحتوى المائي فيها ويتم ذلك عادة بطريقتين هما التكثيف الثقالي والتكثيف بالتعويم .

(3-4-3-1-1) أحواض التكثيف بالثقالي :

– يتم التكثيف الثقالي بأحواض تشبه أحواض تشبه أحواض الترسيب تحتوي على تجهيزات ميكانيكية دوارة غايتها المساعدة على فصل المواد الصلبة عن الماء في الحمأة.

– وتستخدم أحياناًُ بعض المواد الكيميائية للمساعدة على تكثيف الحماة كما يضاف الكلور أحياناًًُ إلى الحمأة لمنع حدوث تعفن فيها ...

– ومن أهم معايير تصميم المكثف الثقالي :

1 – التحميل الهيدروليكي السطحي (16-32) (م3 / م2 / يوم) .

2 – تحميل المواد الصلبة (كغ / م2 / يوم) .

3 – زمن الحجز الهيدروليكي ويتراوح بين (3-6) ساعات .

(3-4-3-1-2) أحواض التكثيف بالتعويم :

يتم التكثيف بالتعويم بالهواء المنحل أو المذاب بإشباع الماء بالهواء المضغوط وزيادة انحلال الهواء بزيادة الضغط , وذلك عن طريق ضاغط هوائي ثم تحرير الضغط مرة أخرى في حوض التعويم فتنطلق فقاعات الهواء مرة أخرى حاملة معها إلى الأعلى ذرات المواد الصلبة (الحمأة) على شكل زبد (Scum) حيث يتم جمعه عن طريق قاشد الزبد الذي يدور على سطح الماء موجهاًُ الزبد إلى فتحة خاصة لسوقه خارج الحوض .

(2-3-4-3) أحواض الهضم (Digestion Tanks) :

المرحلة الثانية لمعالجة الحماة هي هضم الحمأة حيث تتحدد الغاية من هضم الحمأة في هدم أو تفكيك المواد العضوية الطيارة وتحويلها إلى ناتج مستقر أو خامل .

هناك نوعان رئيسان من عمليات الهضم هما :

1−الهضم الهوائي (Aerobic Digestion) :

في حالة الهضم الهوائي يعطي الهواء بشكل ميكانيكي (مراوح سطحية) للمساعدة على إتمام عملية تفكيك ما تبقى من المواد الصلبة العضوية (الطيارة) .

يستعمل الهضم الهوائي بشكل خاص لمعالجة الحماة المنشطة وتعاد المياه السطحية المتجمعة على سطح الهاضم مرة أخرى إلى المعالجة لأنها عالية التلوث قد يعمل الهاضم الهوائي بشكل متقطع كما في المحطات الصغيرة عادة أو بشكل مستمر كما في المحطات الكبيرة .

2−الهضم اللاهوائي (Anaerobic DigestNion) :

في حالة الهضم اللاهوائي يتم تثبيت المواد الصلبة الطيارة في الحماة بواسطة البكتيريا اللاهوائية,وعادة يتم تسخين الهاضم لتسريع عملية التفكيك إلى درجة حرارة (30-35ْ) ويكون الهاضم مغلقاً من الأعلى حيث يساعد غاز الميتان (Ch4) المنطلق نتيجة التفكك البيولوجي والمتجمع تحت سقف الهاضم على تسخين الحموض بعد سحبه وحرقه .

ويمكن تمثيل عملية التفكك البيولوجي بالمعادلة التالية :

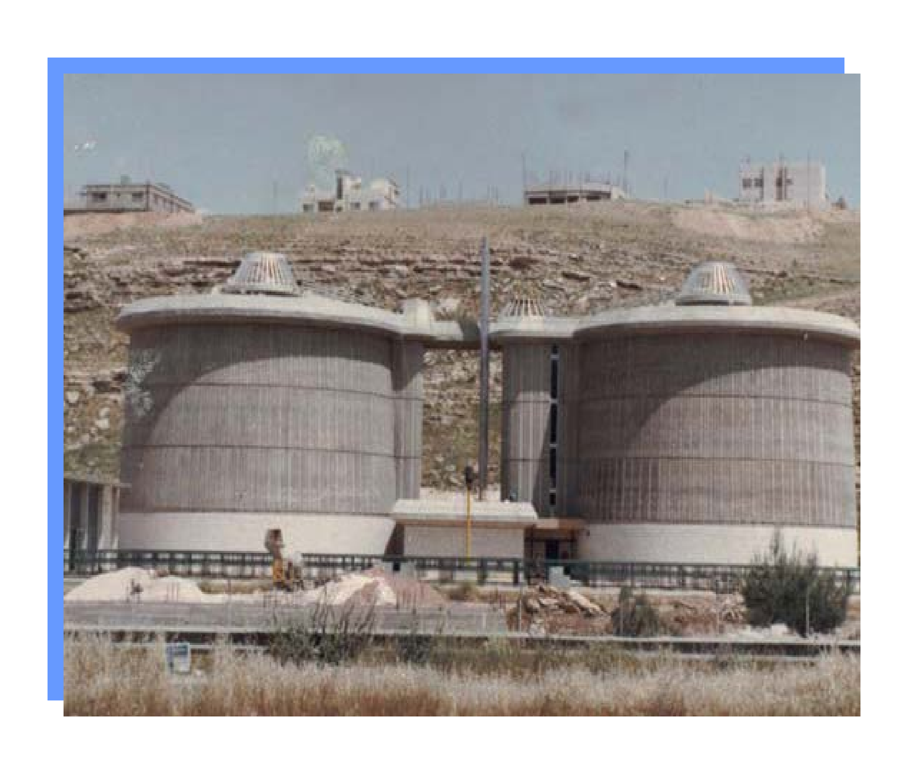
بكتيريا مشكلة للأحماض (تحويل الحمأة)

(المادة الخلوية) $C_5H_7O_2N$

بكتيريا مشكلة للميتان (تثبيت الحمأة)

أحماض عضوية

مواد خاملة + CO_2 + CH_4



الشكل (3-3) أحواض الهضم اللاهوائي

(3-3-4-3) أحواض التجفيف(Deweatering Tanks) :

تهدف عملية تجفيف الحمأة إلى إنقاص كمية المياه الموجودة في الحماة وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة فيها إلى حد كبير بواسطة التبخير أو باستخدام وسائل ميكانيكية .

(3-4-3-3-1) التجفيف الطبيعي :

فالتجفيف الطبيعي هو أحد الوسائل المستخدمة لتبخير المياه من الحمأة والذي يعتمد على استخدام أحواض طبيعية حيث يتم فرش الحمأة وتركها حتى تجف تحت أشعة الشمس ولكن هذه الوسيلة تحتاج لمساحات واسعة للتجفيف الطبيعي ويستغرق زمناًُ طويلاً .



(A)



(B)



(D)

(A-B-D) أحواض التجفيف الشكل (3-4)

(2-3-3-4-3) التجفيف الميكانيكي :

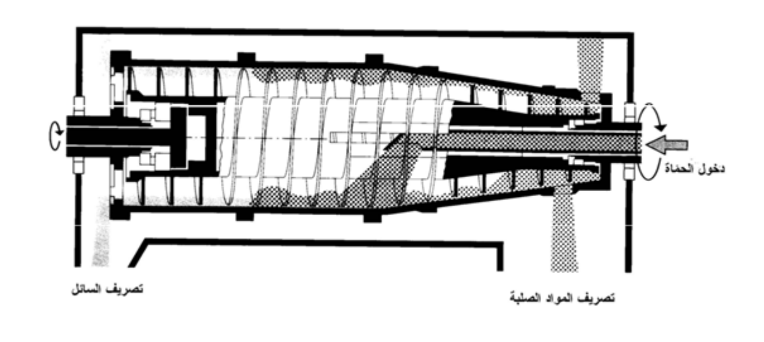
يهدف التجفيف الميكانيكي إلى إنقاص كمية المياه الموجودة في الحمأة بوسائط ميكانيكية وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة بوسائل تجفيف ميكانيكية وبالتالي توفير مساحات كبيرة وتوفيرالوقت .

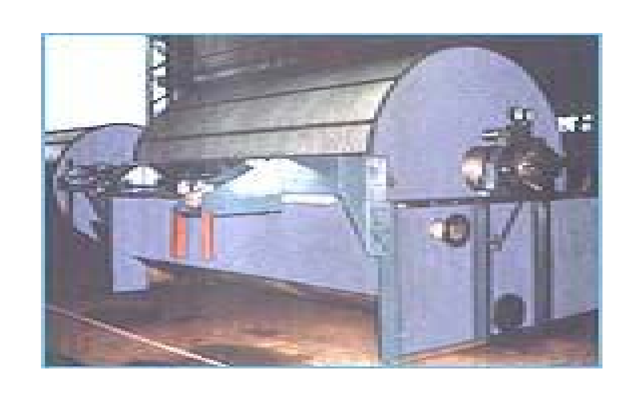
وأهم الطرق الميكانيكية للتجفيف :

1 – المرشح الإنفراغي .

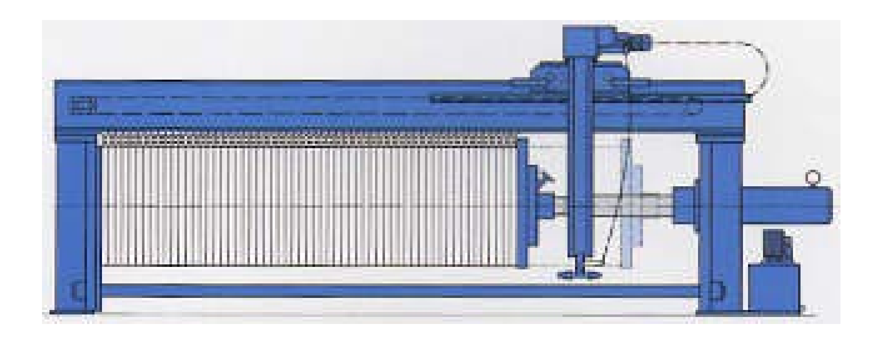
2 – النابذ أو جهاز الطرد المركزي .

3 – المكبس المرشح .





الشكل (3-6) جهاز الطرد المركزي **الشكل (3-5) المرشح الإنفراغي**



الشكل (3-6) المكبس المرشح

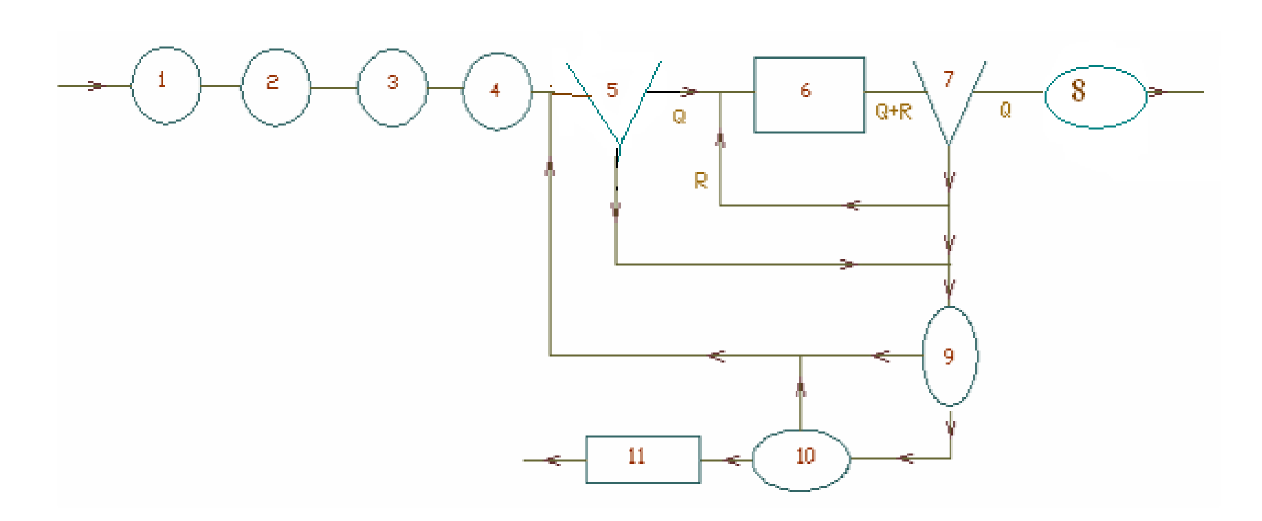
طكق زلطكع لكى

المذكرة الحسابية التصميمية
لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي
لبلدة الميدان

المذكرة الحسابية التصميمية

لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي لبلدة الميدان

المحطة بالكامل :



المحطة :

1 – المصافي الخشنة .

2 – المضخات .

3 – المصافي الناعمة .

4 – أحواض حجز الرمال .

5 - أحواض الترسيب الإبتدائية .

6 – أحواض التهوية .

7 – أحواض الترسيب الثانوية .

8 – أحواض التعقيم .

9 – أحواض التكثيف .

10- أحواض إنتاج الميتان .

11 – أحواض التجفيف .

المؤشرات التصميمية:

العـــام / المعطيـــات	2010	2030
عدد الســـــكان	8118	13302
معدل استهلاك الفرد L/d	200	200
الغزارة الوسطية M^3/d	1461.240	2394.360
الغزارة الوسطية M^3/sec	0.0169125	0.0277125
عامل عدم الانتظام الأصغري K min	0.33	0.35
الغزارة الدنيا في الطقس الجاف M^3/sec	0.00558	0.0097
عامل عدم الانتظام الاعظمي K max	2.34	2.2
الغزارة العظمى في الطقس الجاف M^3/sec	0.04	0.0609

الغزارة العظمى في الطقس الماطر M^3/sec	0.08	0.122

مواصفات المياه الداخلة إلى المحطة	
تركيز المواد الصلبة المعلقة SS Mg/L	361
الحمل العضوي BOD_5 Mg/L	278
COD Mg/L	
تركيز النتروجين الكلي TKN Mg/L	100
تركيز الأمونيا $NH_4 - N$ Mg/L	50

المطلوب تصميم محطة معالجة مياه صرف صحي لقرية لعام (2030-2010) حيث:

عدد السكان = 7000 نسمة لعام 2004

BOD = 50 غرام / الليتر . شخص

TSS = 65 غرام / الليتر . شخص

استهلاك الفرد = 200 لتر / شخص

التزايد السكاني = 2.5 %

تركيز BOD =(0.9*200)\ (50*1000) = 278 ملغ/ لتر. يوم

كتلة BOD الداخلة إلى المحطة يوميا= (12000*50) / (1000) = 600 كغ

تركيز TSS = (0.9*200)\(65*1000) = 361 ملغ / لتر .يوم

كتلة TSS = (12000*65) / (1000) = 780 كغ

حساب الغزارات في المرحلة النهائية :لعام 2010

- **الغزارة الوسطية الصافية**

$$Qav = \frac{PE * V * 0.9}{86400} = \frac{8118 * 200 * 0.9}{86400} = 16.9125 l/s$$

- **عامل عدم الانتظام الأصغري**

$$K \min = 0.25 * Qav^{0.1} = 0.33$$

- **الغزارة الدنيا في الطقس الجاف**

$$Q \min = (Qav * K \min) = 5.5811 l/s$$

- **عامل عدم الانتظام الأعظمي**

$$K \max d = 1 + 2.5 / Qav^{0.22} = 2.34$$

- **الغزارة الأعظمية في الطقس الجاف**

$$Q \max d = (Qav * K \max d) = 39.5725 = 40 l/s$$

- **الغزارة الأعظمية في الطقس الماطر**

$$Q \max w = (2 * K \max d * Qav) = 2 * 40 = 80 \ \ell / \sec$$

حساب الغزارات في المرحلة النهائية لعام 2030:

- **الغزارة الوسطية الصافية**

$$Qav = \frac{PE * V * 0.9}{86400} = \frac{13302 * 200 * 0.9}{86400} = 27.7125 l/s$$

- **عامل عدم الانتظام الأصغري**

Kmin=0.25*27.7125^0.1=0.35

- الغزارة الدنيا في الطقس الجاف:

- $Q\min = (Qav * K\min) = 9.7 l \backslash s$

- عامل عدم الانتظام الأعظمي

$$K\max d = 1 + 2.5 / Qav^{0.22} = 2.2$$

- الغزارة الأعظمية في الطقس الجاف

$$Q\max d = (Qav * K\max d) = 60.9675 = 61 l/s$$

- الغزارة الأعظمية في الطقس الماطر :

Qmaxw=(2*Qmaxd)

Qmaxw=2*60.9675=121.935 l\s =122 l/s

-المعالجة الاولية :

تتضمن المعالجة الأولية (مصافي خشنة + مصافي ناعمة + أحواض حجز الرمال)

تبدأ المحطة بعد المجرور العام بقناة اقتراب ثم المصافي الخشنة ثم محطة الضخ (وذلك تجنبا

للحالات الطارئة 0 حالة الطوفان والفيضان مما يؤدي إلى غمر قناة الدخول) ثم قناتين للدخول

ثم المصافي الناعمة .

1 -المصافي الخشنة : نستخدم المصافي الخشنة لحماية المعدات والتجهيزات من الأجسام الكبيرة الغريبة الداخلة للمحطة .

نفرض لدينا قناة عاملة وقناة احتياط في عام 2010

وقناتين عاملتين وقناة احتياط في عام 2030

-- ارتفاع القناة H = 0.9 m

- عرض القناة B = 0.25m

مواصفات المصفاة الخشنة :

التباعد بين القضبان 10 mm

عرض القضبان 8 mm

ارتفاع الماء ضمن المصافي : 0.6 m

عرض المصافي : 0.5m

عدد القضبان : (0.01+0.008) \(0.5) = 27.778 = 28 قضيب

- السرعة = $V = \frac{0.122}{(28*0.01*0.6)} = 0.7$ **m\s**

<u>حساب حجم المواد المحجوزة :</u>

من مخطط الكود الماليزي : نجد أن حجم المواد المحجوزة للقضبان ذات التباعد 10mm يساوي

m^3 65 لكل 1000000 متر مكعب من مياه المجاري

حجم المواد المحجوزة = 2592 *65 = 0.169 م3 / يوم

وبافتراض تنظيف الحاوية سيتم مرة واحدة كل سبعة أيام فيكون

حجم الحاوية = $7*0.169= 1.183\ m^3$

أبعاد الحاوية: ارتفاع الحاوية = 1.3 م

عرض الحاوية = 1 م

طول الحاوية = 1 م

<u>حساب ضياع الحمولة:</u>

H=B(w/b)^(4/3)(v^2/2*g)(sino)

H : ضياع الحمولة

O : زاوية ميلان المصفاة عن الأفق (45)

V : سرعة الإقتراب في القناة أمام المصفاة = 0.55 m / s

W : عرض القضبان = 0.01 م

b : المسافة بين القضبان = 0.008 م

g = تسارع الجاذبية = 9.81

B = عدد ثابت = 2.4

H=2.4*(0.008\0.01)^4\3 *(0.55^2\2*9.81)sin45=0.0194 m

المضخات :

يتم استخدام المضخات التي تعمل بتدفق 20 L\S وتقدم ارتفاع ماء 5 متر

المرحلة الأولى (2010): نستخدم أربع مضخات ومضخة احتياط

المرحلة الثانية(2030): نستخدم ست مضخات ومضخة احتياط

مـــردود كـــل مضـــخة = 90 % اســـتطاعة كـــل مضـــخة = كيلـــو واط ســـاعي

$$Y = \frac{1000 * 9.81 * 5 * 0.02}{(0.9)} = 1090$$

– حساب منشاة الدخول : سيتضمن التصميم قنـاتين للدخول وكل قنـاة للدخول تصمم على أساس

الغزارة الاعظمية في الطقس الماطر لعام 2010

Q maxw =80 L/sec

حسب التدفق الصغري : 6 L\s

B= 0.25 m

H=0.25*0.25=0.0625

V= 0.38 m\s

J=0.002

حسب التدفق الوسطي : 17 L\S

B=0.25m

H=0.25*0.53=0.1325m

V= 0.52 m\s

J=0.002

حسب التدفق الوسطي : 20L\S

B=0.25m

H=0.25*0.6=0.15m

V= 0.54 m\s

J=0.002

حسب التدفق الوسطي :30 L\S

B=0.25m

H=0.25*0.82=0.205m

V= 0.58 m\s

J=0.002

حسب التدفق الأعظمي الجاف : 40 L\ S

B=0.25m

H=0.25*1 =0.25m

V= 0.69 m\s

J=0.002

حسب التدفق الأعظمي الماطر: 80 L\S

B=0.25m

H=0.25*1.86=0.465m

V=0.69 m\s

J= 0.002

المصافي الناعمة :

عرض القناة = B= 0.25

ارتفاع القناة = H= 0.235

مواصفات المصفاة الناعمة :

عرض القضيب للمصفاة = 2mm

المسافة بين القضبان = 3mm

ارتفاع الماء في المصفاة = 0.2m

(أقل ب 0.035m عن ارتفاع القناة)

عرض المصفاة = 0.5m

عدد القضبان = (0.5)\(0.002+0.003) =100 قضيب

السرعة = (0.2*0.003*100) \(0.08)= 1.3 م/ثا

تصميم أحواض حجز الرمال:

- **تصميم أحواض حجز الرمال غير مهواة نختار قناتين بوجود حوض يعمل وحوض احتياط وذلك من أجل عام 2010**
- **نختار حوضين عاملين وحوض احتياط وذلك من أجل 2030**
- **حوض حجز الرمال قناة طويلة لحجز الرمال ثم نهايتها وسيلة لقياس التدفق (التحكم بالسرعة)**
- **يمكن بذلك استخدام حوض حجز الرمال مستطيل في نهايته هدار نستخدم السرعة m\s (0.25-0.35)**

وذلك من أجل ترسيب الجزيئات (حبات الرمل ذات القطر 0.2mm فقط أو أكبر دون ترسيب الجزيئات الأقل لأن الجزيئت الأقل في الغالب هي مواد عضوية يلزمها معالجة لاحقة)

زمن المكوث (20-60) ثانية

السرعة (0.25-0.15) s\m

- بفرض زمن المكوث T =31.25s من أجل التدفق الماطر

Q = 0.08m3/sec

الحجم V =0.08*31.25= 2.5m^3

نفرض: ارتفاع الماء في الحوض H =0.5 m

عرض الحوض B =1m

المساحة= s = 1*0.5= 0.5 M^2

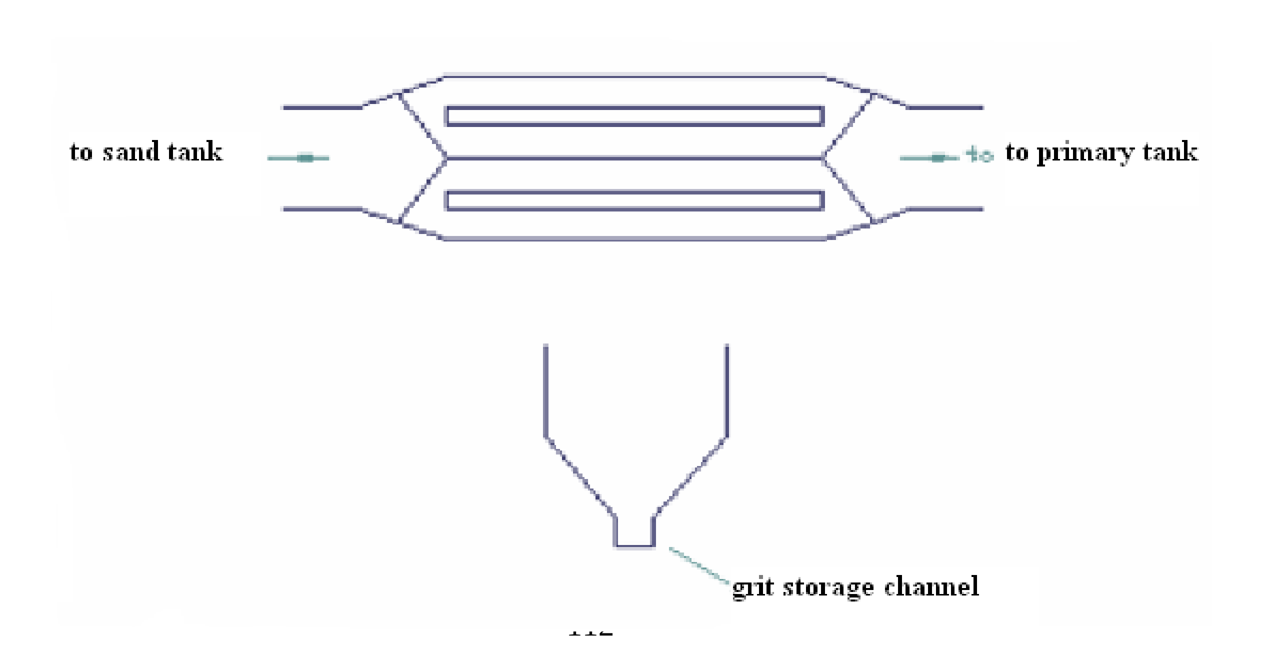
السرعة = V = 0.08\0.5=0.16m\sمحققة

الطول = L = 2.5\0.5= 5 m

نحقق النسب :

نسبة العرض إلى الارتفاع = $B/H = \frac{0.5}{1} = 0.5(\ 0.5 < 1)$

نسبة الطول إلى العرض = $L/H = \frac{5}{1} = 5 \quad 3 < 5 \leq 5$



حجم الرمال المحجوزة : يطرح كل شخص فى السنة 10 لتر رمل فى السنة :

لعام 2010 = (8118*10) \ 365 = 223 لتر في اليوم = 0.223 م^3 في اليوم

لعام 2030 = (13302*10) \365 = 365 لتر في اليوم = 0.365م^3 في اليوم

بافتراض أن التفريغ كل 7 أيام يكون حجم الحاوية :

2010 لعام 0.223* 7 =1.561m³

2030 لعام 0.365*7=2.555m³

أبعاد الحاوية=

1- ارتفاع الحاوية = 1.3 m

2- الطول = 1 m

3- العرض = 1 m

تصميم أحواض الترسيب الإبتدائية :

تتم إزالة (50-70) % من المواد الصلبة المعلقة (وهي تحتوي على 25%-40 % من BOD لمياه الصرف الصحي)

حيث تتضمن أسس التصميم :

زمن المكوث : لعدة ساعات (2-6) ساعة

عمق الحوض : (3-6) متر

معدل التحميل السطحي (25-75) م^3 \ م^2 * يوم

سنعتمد على حوض ترسيب دائري ذو جريان قطري :

من الصعب تأمين توزيع منتظم الجريان على كامل الحوض بسبب حوادث الدارات القصيرة والتشتت الغير كافي للطاقة عند منطقة الدخول وتأثير سحب الحمأة مع التدفق الخارج عند هدار الخروج ولذلك يتم أحيانا ضرب معدل التحميل السطحي وزمن المكوث بعامل أمن ولذلك توضع الصفيحة لتقليل الدوامات الناتجة عن دخول الماء مركزيا قدر الإمكان ونعلم أن هدار الخروج يكون محيطيا على كامل الحوض .

المرحلة الأولى : لعام 2010 حيث التدفق التصميمي = 20L\S

الأسس المفروضة :

1- معدل التحميل السطحي : 25m3\m2.d

فتصبح قيمة BOD بعد خروج المياه من حوض الترسيب الإبتدائي =

278*(25/100) =69.5mg\l

278-69.5=208.5mg\l

2-زمن المكوث : 6 ساعات

3- العمق : 6 م فرضا

(حوض يعمل وحوض احتياط) في عام 2010

(حوضين يعملان وحوض احتياط) في عام 2030

التدفق التصميمي : 20 L\S = 0.02 m3\s

الحجم = 0.02*6*3600 = 432 m3

المساحة = التدفق \ معدل التحميل السطحي =

A=0.02*3600*24\25=69.12=70 m2

العمق الناتج : الحجم \ المساحة : 432\70 =6 م محققة

القطر :

المساحة: (3.14*D2) / 4 = 70 m2

القطر=D =9.4=10م

القطر الداخلي= d = 0.15*D = 0.15*10 = 1.5

المرحلة الثانية : لعام 2030 حيث التدفق التصميمي = 30L\S

معدل التحميل السطحي = 32 m3 \m2 .d

زمن المكوث = 4 ساعات

العمق = 6 م

الحجم = 0.03*4*3600= 432 m3

المساحة = 32\(0.03*3600*24) =81 m2

العمق = 81\432 = 5.33 = 6 م

القطر = 10 م

القطر الداخلي = 0.15*10 = 1.5 م

بالمقارنة بين المرحلتين نجد أن الحوض المصمم دائري قطره الخارجي= 10 م وعمقه = 6 م وقطره الداخلي = 1.5 م

دراسة مخروط جمع الحمأ ة :

1. **حساب حجم الحمأة في حوض الترسيب الإبتدائي علما أن :**
2. **نسبة الإزالة 60 % في حوض الترسيب الإبتدائي**
3. **درجة رطوبة الحمأة 96 % وهذا يعني أن الكمية الصلبة = 40 كغ**
4. **كتلة ss الداخلة إلى المحطة يوميا نصمم على أساس عدد السكان 12000 =**

(12000*65\1000)=780kg

كمية الحمأة = 780*0.6 = 468 كغ

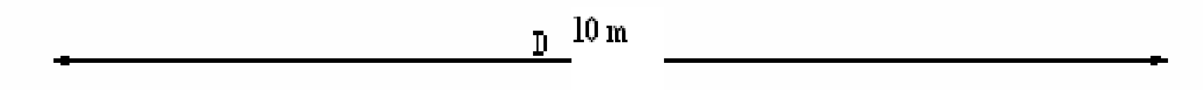
حجم الحمأة = 40\468 =11.7 م3

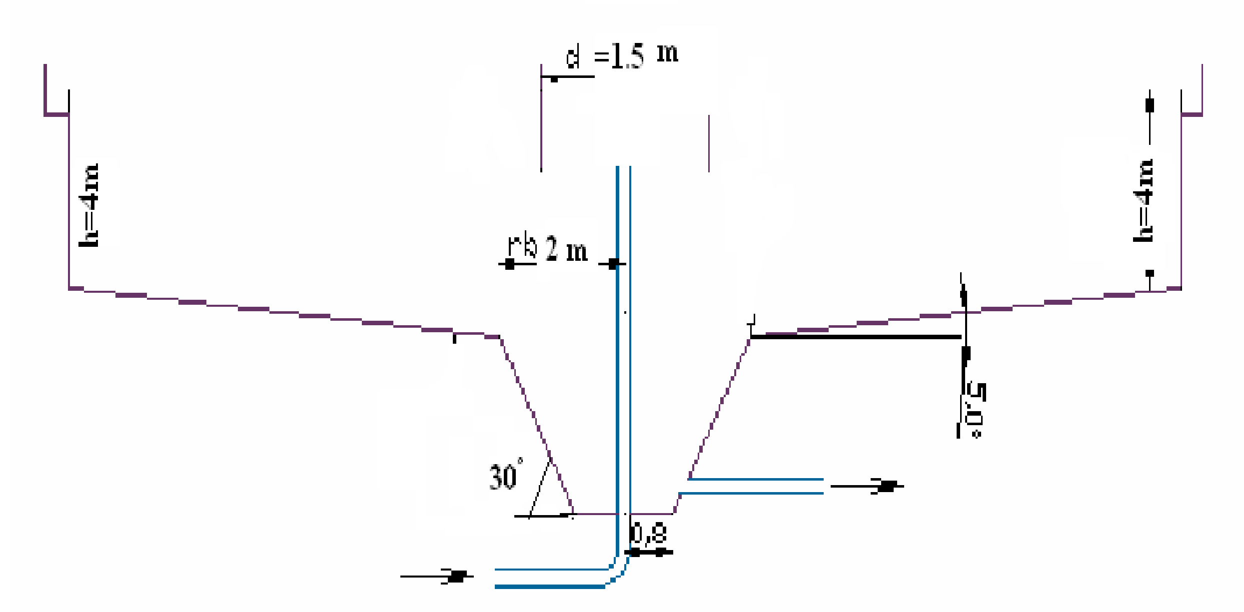
حجم المخروط = (3.14\3)*(rb2)*(h)

علما أن tg30= (rb\h)

هذا يؤدي= حجم المخروط = (rb3\tg30)*(3.14\3)

حجم المخروط = 1.81*rb3





بفرض تم إنشاء جذع مخروط بقاع نصف قطره = 0.8 م حيث ان المجالات المسموحة هي (1.2-1-0.8-0.75)

<u>الحجم=</u> 11.7=(0.8^3)1.81 - 1.81*rb3

rb=2m

حوض الترسيب الإبتدائي

تصميم أحواض التهوية

أسس التصميم :

النظام المستخدم في محطة معالجةالصرف الصحي في القرية هو نظام الحمأة المنشطة التقليدية

أسس التصميم :

نظام التهوية : هواء مذرر أو عنفات التهوية السطحية الميكانيكية

نوع المفاعل : جريان جبهي

- زمن التهوية يتراوح (4-8) ساعة .

- نسبة الحمأة المعادة وسطياً تتراوح بين $(0.75\text{-}0.25)Q_{av}$

- عمر الحمأة يتراوح بين (5-15) يوم

- (F/M)تتراوح بين (0.2-0.4) وهو نسبة الحمولة العضوية معبراً عنها بعدد الكيلوغرامات من BoD5 للمياه الواردة ، يومياً إلى حوض التفاعل إلى وزن المواد الصلبة المعلقة الاجمالية في المزيج المنحل (MLSS)

-تركيز المواد المعلقة في السائل الممزوج يجب أن تتراوح قيمتها بين (1500-3000) ملغ /ليتر .

معدل التحميل الحجمي: (0.3-0.6) kg BOD \m3.day

كفاءة إزالة BOD (85-95) %

الأسس المفروضة :

نظام التهوية : هواء مذرر (موجود في أسفل الحوض)

نوع المفاعل : جريان جبهي

0.3 = F\M

2500 = MLSS

1750 = 2500*0.7 = MLVSS

المرحلة الأولى (2010) : التدفق التصميمي = 0.02 م3 \ثا = 1728 م3 \يوم

التصميم : نفرض F\M =0.3

BOD كغ 361 = 0.208*1728 = F

Kg 1203 = 361/0.3 = M

2500= MLSS

1750=0.7*2500= MLVSS

الحجم = (1.75\1203)= 687.5 م3 = 688 م3

بفرض العمق = 5 م

لمساحة = الحجم / العمق = 5\688 = 137.6 = 138 م2

بفرض حوض التهوية مربع فيكون طول ضلعه = 11.7 = 12 م

كتلة المواد الصلبة الطيارة = 688*2.5 = 1720 كغ

كتلة الحمأة الفائضة =0.7*361=252.7= 253 كغ / يوم

عمر الحمأة = 253\1720 = 6.8 يوم

زمن المكوث = 1728\688= 0.398 * 24 = 9.55 =9.6 ساعة

المرحلة الثانية = التصميم لعام 2030

التدفق التصميمي = 0.03 م3 / ثا = 2592 م3 / يوم

= 0.3 = F\M

540= 539.136 = 2592*0.208 =F

1800 = 0.3/540 = M

2500 = MLSS

1750 = 2500*0.7 = MLVSS

الحجم =1.75/1800 = 1028.57 =1029 م3

بفرض العمق =5 م

المساحة = 5\1029 = 205.8= 206 م2

بفرض حوض التهوية مربع فيكون طول ضلعه = 14.35 = 15 م

كتلة المواد الصلبة الطيارة = 2.5*1029 = 2572.5= 2573 كغ

كتلة الحمأة الفائضة = 0.7*540= 378 كغ / يوم

عمر الحمأة = 2573\378= 6.8 يوم

زمن المكوث = 1029\2592= 0.397 * 24 = 9.5 ساعة

بالمقارنة بين المرحلتين نجد أن الحوض المصمم مربع طول ضلعه = 15 م
وعمقه = 5 م

نسبة الحمأة المعادة = تركيز المياه في الحوض / (تركيز الحمأة المعادة – تركيز المياه في الحوض)

نسبة الحمأة المعادة = (2500\10000-2500) = 0.33

حساب كمية الهواء :

إن احتياج الاوكسجين لكل كيلوغرام من الـ BOD مزال يتراوح بين (1.4-1.6 kg /O2) بفرض أن كمية الاوكسجين اللازمة لإزالة 1kg من BoD5 هي 1.2

كمية الاوكسجين المطلوبة = $1.2 * 2592* (208-10) *10^{-3}$

= 618 kg /d

- **حساب كمية الاوكسجين المطلوبة لنقلها إلى الماء :**

- **هذه العلاقة تؤخذ من المرجع (M& E) الطبعة الثالثة صـــ286 287**

$$SOTR = \frac{AOTR}{\left[\frac{C_{SW} * B * FA - C}{C_{SW}}\right] * 1.024^{(T-20)} * \alpha}$$

حيث أن :

SOTR : كمية الاوكسجين اللازمة للنقل .

AOTR : كمية الاوكسجين اللازمة للاكسدة .

C_{sw}= 9.08 mg/L قابلية ذوبان O2 في ماء الحنفية في درجة حرارة الموقع

B= 0.95 عامل تصحيح التوتر السطحي نتيجة الملوحة

FA = 1 عامل الارتفاع

C = 2mg/L تركيز الاوكسجين المنحل الاصغري المتبقي في الحوض

α = 0.85

$$SOTR = \frac{618}{\left[\frac{9.08 * 0.95 * 1 - 2}{9.08}\right] * 1.024^{(20-20)} * 0.85} = 972.98$$

STOR= 972.98=973 kg\d

ومن أجل التصميم نأخذ عامل امان وقدره 1.5

الاوكسجين الفعال = 1.5 * 973 = 1459.5=1460 kg /d

- حجم الهواء المطلوب :

لدينا كثافة الهواء 1.201 kg/m3

نسبة الاوكسجين من الهواء هي 23.2%

الهواء المطلوب نقله =1460/(1.201*0.232)

= 5239.88=5240 m^3/d

- من أجل النافثات الناعمة يكون نقل الهواء بحدود (30%)

الهواء المطلوب = 5240 /0.3 =17466.667=17467 m^3/d

أحواض الترسيب الثانوية : المرحلة الأولى (2010) = التدفق = 0.02 م3/ ثا

اسس التصميم : تؤخذ من الجدول (12-10) من مرجع (E & M) الطبعة الثالثة صـ588 .

الأسس التصميمية : معدل التحميل السطحي = (16-32) م3/م2 .يوم

زمن المكوث = (2-6) ساعات

العمق = (3-6) م

التدفق التصميمي = 0.02 م3/ ثا لعام 2010

الفرضيات : زمن المكوث = 4 ساعات

العمق = 4 م

الحجم = 0.02*4*3600 = 288 م3

مساحة الحوض = 288\4 = 72 م2

معدل التحميل السطحي = 0.02*24*3600\72 = 24 م3/م2 .يوم.

القطر = 9.57 م = 10 م

المرحلة الثانية : (2030) التدفق = 0.03 م3/ ثا

زمن المكوث= 3 ساعات

عمق الحوض = 4 م

الحجم = 0.03*3*3600 = 324 م3

المساحة = 324\4 = 81 م2

معدل التحميل السطحي = 0.03*24*3600\81 = 32 م3/م2. يوم

القطر = 10.2 م

بالمقارنة بين المرحلتين نجد أن الحوض المصمم هو حوض دائري قطره = 10 م وعمقه = 4 م والقطر الداخلي =1.5 م

تصميم أحواض الكلورة :

أسس التصميم :

-إن التعقيم بالكلور هو أكثر الطرق شيوعاً في تعقيم مياه المجاري والكلور السائل أوسعها انتشاراً كمادة معقمة .

- يشير المراجع إلى أن :

1- زمن التماس يتراوح بين (20-30) دقيقة من أجل التدفق الاعظمي في الطقس الجاف .

2- جرعة الكلور من (3-5) ملغ/ليتر

نفرض زمن مكوث T = 30min من أجل التدفق الاعظمي الجاف

وجرعة الكلور = 4 ملغ / ليتر

Qmaxd =0.062 m3\s لعام (2030)

Qmaxd =5270.4 m3\d لعام (2030)

التصميم : من أجل عام (2030)

نحدد الجرعة اللازمة في اليوم:

(0.061*24*3600)*(4*10^-3) = 21.082 كغ / يوم .

حجم الحوض =

$$V = Q*t = \frac{5270.4*30}{24*60} = 109.8 = 110\ m^3$$

نصمم حوض التماس:

بفرض أن طول الحوض هو X والعرض هو X.(3\4) والارتفاع هو1m نحسب الأبعاد من خلال

علاقة الحجم كما يلي: X*(3\4)*X*1=V

110 = (3\4)*X*X

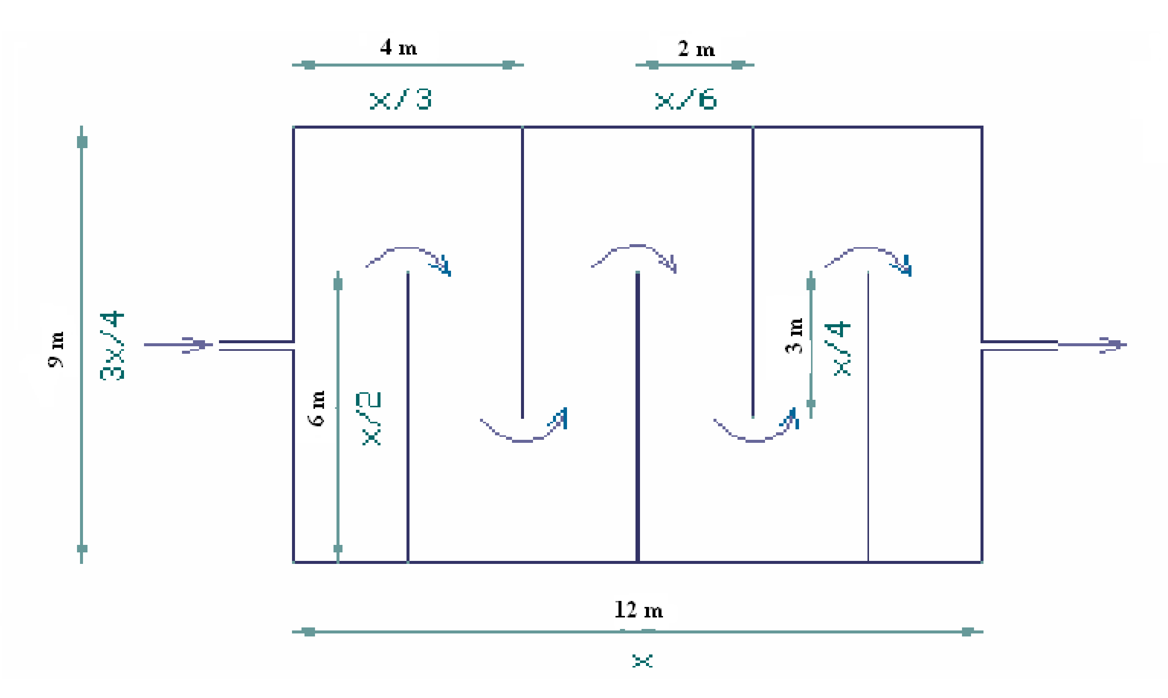
يكون الطول =X = 12 م

والعرض= 9 م

طول اللسان هو ثلثي العرض = (1\3)* 9 = 3 م

أن حجم ألسنة الحوض والتي ارتفاعها 1m وعددها 5 وسماكتها 0.2m =

5*3*1*0.2=3 m



حوض التماس (حوض الكلورة)

يكون الحجم الكلي= 3+110 = 113 م2

113= (3\4)*X*X

يكون الطول الجديد = 12.28 م

والعرض الجديد = 9.21 م

البعد بين لسانين على جانب واحد (3/1) X = (3/1) (12.28) =4.09 م

البعد بين لسانين متداخلين X\6 = 12.28 / 6 = 2.05 م

وطول اللسان يساوي ثلثي العرض = (3/2) * (9.21) = 6.14 م

مسافة التداخل هي ثلث العرض = (3/1) * (9.21) = 3.07 م

نضيف 0.3m لارتفاع الحوض ليصبح ارتفاعه النهائي =1.3 م

معالجة الحمأة : **هي الوحل والرواسب الناتجة عن محطات معالجة مياه الصرف , حيث تحوي الحمأة على العناصر الملوثة الموجودة اصلا في المياه المعدة للمعالجة وعلى المركبات الناتجة عن تحويل هذه العناصر الملوثة والتي تظهر على شكل معلقات لذلك كان لابد من معالجة الحمأة والتخلص منها بأسلوب يضمن سلامة البيئة.**

حساب الحمأة الخارجة من أحواض الترسيب الإبتدائية وأحواض الترسيب الثانوية

-1 حجم الحمأة الإبتدائية : نصمم على أساس عدد السكان = 12000 نسمة

كتلة ss الداخلة للمحطة يوميا= (65*12000\1000) = 780 كغ

بفرض رطوبة الحمأة = 96 % هذا يعني أن كمية المواد الصلبة 40 كغ

نسبة الإزالة = 60 %

كتلة الحمأة الإبتدائية = 780*0.6 = 468 = 470 كغ

حجم الحمأة الإبتدائية =

$$V = \frac{470*1}{40} = 11.75 = 12$$

-2 حجم الحمأة الثانوية :

بفرض رطوبة الحمأة الثانوية = 99 % هذا يعني أن كمية المواد الصلبة (10 كغ)

كتلة BOD الداخلة إلى المحطة يوميا=

$$Y = \frac{50*12000}{1000} = 600Kg$$

فيكون الداخل إلى المحطة 600 كغ من BOD حيث يزال منها في أحواض الترسيب الابتدائية بنسبة 25 %

كمية BOD المزال = 600*0.25 = 150 كغ

كمية BOD المتبقي في المياه = 600-150 = 450 كغ

وبفرض إزالة 50 % من BOD في أحواض التهوية

فتكون كمية BOD المتبقي بعد أحواض التهوية = 450-225 = 225 كغ

بفرض خروج المياه من المحطة بتركيز BOD =10 % هذا يعني أن كمية BOD الخارجة مع المياه = 22 كغ وسنفرضها = 25 كغ

كتلة الحمأة الثانوية = 225-25 = 200 كغ

حجم الحمأة الثانوية =

$$V = \frac{200*1}{10} = 20M^3$$

حجم الحمأة الكلية = 20+12 =32 م3

كمية الحمأة الكلية = 470+200 = 670 كغ

رطوبة المزيج نحسبها من معادلة التوازن =

كمية المواد الصلبة = (32*X)=(10*20)+(40*12) = 21.25 كغ

رطوبة المزيج = 97.875 = 97.9 %

معالجة الحمأة : تنقل الحمأة من أحواض الترسيب (الإبتدائية والثانوية) إلى أحواض التكثيف ثم إلى أحواض إنتاج الميتان ثم إلى أحواض التجفيف .

1- أحواض التكثيف :

يتم الترسيب بالثقالي حيث تدخل الحمأة إلى حوض التكثيف ذو حجم كبير يؤمن زمن مكوث عالي حيث تتجمع و ترتص الحماة على بعضها في الأسفل لتسحب من القاع بينما يصرف الماء الحر من الأعلى وهو الرائق الذي نعيده إلى أحواض التهوية .

رطوبة الحمأة للمزيج داخل حوض التكثيف (97.9 %) ولكن الحمأة تخرج من الحوض برطوبة وقدرها (94%) .

وبالتالي يكون حجم الحمأة الذاهبة لأحواض إنتاج الميتان = 670/60 = 11.16 = 11.2 م3

حجم الرائق العائد لأحواض التهوية = 32-11.2 = 20.8 م3

مواصفات الحمأة الداخلة لأحواض التكثيف =

الحجم = 32 م3

تركيز MLSS = (21000) كغ

كمية الحمأة الكلية = 670 كغ

رطوبة الحمأة = 97.9 %

فرضيات التصميم : زمن المكوث : (20-30) يوم نفرض = 24 ساعة

عمق الحوض : 4 م

حجم الحمأة = 32 م3

المساحة = 4/32 =8 م2

بفرض وجود حوضين للتكثيف

مساحة كل حوض = 2/8 = 4 م2

القطر = 3 م

2- تصميم : أحواض إنتاج الميتان :

تدخل الحمأة إلى أحواض الميتان برطوبة قدرها (94 %) علما أن :

كمية الحمأة الداخلة إلى أحواض إنتاج الميتان = 670 كغ .

زمن المكوث = (30 – 45) يوم حيث نفرض زمن المكوث = 20 يوم مع التسخين .

عمق الحوض = 4 م .

نسبة المواد العضوية في المادة الجافة بالحمأة الطرية 60 %

كمية المواد العضوية = 0.6*670 = 402 كغ / يوم .

كمية المواد اللاعضوية في المادة الجافة = 402 – 670 = 268 كغ / يوم .

نسبة تحويل المواد العضوية إلى غازات وسوائل تساوي 40 % فتكون كمية المواد العضوية المتبقية في الحمأة بعد الهضم 60 % = 0.6*402 = 241 كغ / يوم .

مجموع المادة الجافة المتبقية في الحمأة المهضومة =

المواد العضوية + المادة اللاعضوية = 241 + 268 = 509 كغ / يوم

بما أن تركيز المواد الصلبة = 12 م3

= 509 / 12 = 42 كغ / يوم .

وتكون رطوبة الحمأة الخارجة من أحواض إنتاج الميتان إلى أحواض التجفيف= 95.8 %

وسيلزمنا حوضين للمرحلة النهائية

كل حوض قطره = 4 م وعمقه =4 م .

3 - تصميم ساحات التجفيف :

ويتم فيها فرش الحمأة على طبقة بسماكة (15-25) سم حيث يتم التخلص من الرطوبة الزائدة بواسطة التبخر أو سحب الرائق عن طريق بوابات.

عادة يتم مكوث الحمأة في ساحات التجفيف من (15-20) يوم حسب حرارة الجو المحيط وذلك للحصول على حمأة برطوبة (70-75%) حيث يمكن نقلها إلى ساحات التخزين أو استخدامها مباشرة كسماد في الاراضي الزراعية .

بفرض رطوبة الرواسب الخارجة من احواض إنتاج الميتان = 95.8 %

بفرض سماكة الطبقة = 15 سم .

زمن المكوث = 25 يوم .

نفرض نصف ساحات التجفيف مغطاة ومتجهة نحو الجنوب .

المساحة المطلوبة =(12*25) / (0.15) = 2000 م2

نفرض 5 ساحات التجفيف مساحة كل ساحة = 400 م2

و العمق = 3 م

والطول = 25 م

العرض =16 م

المذكرة الحسابية الهيدروليكية لمحطة المعالجة لبلدة الميدان

المذكرة الحسابية الهيدروليكية

-القوانين المستخدمة في حساب الضياعات في الأنابيب المضغوطة .

- حساب الضياع الخطي من العلاقة التالية :

$$HL = \lambda \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$\lambda = \frac{8g}{C^2}$$

$$C = \frac{1}{N} R^{1/6}$$ **ثابت شيزي**

$$R = \frac{D}{4}$$ **نصف القطر الهيدروليكي**

وذلك بفرض أن معامل الخشونة n للانابيب المستخدمة وهي أنابيب من البولي اتيلين

$$N = 0.01$$

- حساب الضياع الموضعي من العلاقة

$$Hf = K * \frac{V^2}{2g}$$

حيث K ثابت تؤخذ قيمته
K = 0. 5 للدخول
K = 1 للخروج
- حساب الضياع في الاكواع من العلاقة :

$$Hf = K * \frac{V^2}{2g}$$

حيث أن قيمة الثابت
K = 1.25
- حساب الضياع ضمن الفتحات يؤخذ من قانون :
Q = 0.63A (2gh)^ 0.5
-حساب الضياع فوق الهدار يحسب من العلاقة

$$H = \left[\frac{Q}{1.82 * L}\right]^{0.67}$$

- منسوب الماء قبل المصافي TWL = 354.565 m

-بفرض ضياع خطي /5cm/

والضياع ضمن المصافي / 10cm/ .

التدفق الكلي	التدفق لكل مصفاة m3/sec	الضياع (m)	المنسوب العلوي للماء (m)
Max flow = 0.122	0.061	0.1	354.415
Ave flow = 0.0277	0.01385	0.1	-
Min flow = 0.0097	0.00485	0.1	-

- وبفرض الضياع في حوض حجز الرمال / 10cm/ .

فيكون منسوب الماء بعد الحاجز :

التدفق الكلي	التدفق لكل قناة m3/sec	الضياع (m)	المنسوب العلوي للماء (m)
Max flow = 0.122	0.061	0.1	354.315
Ave flow =	0.01385	0.1	-

0.0277			
Min flow = 0.0097	0.00485	0.1	-

- **حساب الضياع في الهدار الموجود بعد حوض حجز الرمال :**
- **حيث طول الهدار = /0.5m/ .**

$$h = \left[\frac{Q}{L \times 1.82}\right]^{0.67} = \left[\frac{0.061}{0.5 \times 1.82}\right]^{0.67} = 0.164m$$

- **وبإضافة /10cm/ يكون الضياع :**

h = 0.264m

- **ومنه فإن منسوب الماء العلوي في القناة الجامعة بعد الهدار :**

التدفق الكلي	التدفق لكل قناة m3/sec	الضياع (m)	المنسوب العلوي للماء (m)
Max flow = 0.122	0.061	0.264	354.051
Ave flow = 0.0277	0.01385	-	-
Min flow = 0.0097	0.00485	-	-

- **حساب الضياع في الأنبوب الخارج من أحواض حجز الرمال إلى غرفة التوزيع لأحواض الترسيب الإبتدائية :**

الأنبوب (2-1) .

حيث أن : قطر الأنبوب . D =300 mm

1. **طول الأنبوب . L = 10m**
2. **السرعة .V = 1.726 m/sec**
3. **التدفق . Q = $0.122m^3$/sec**
4. **الضياع الكلي H = 0.322 m**

فيكون منسوب الماء في غرفة التوزيع لأحواض الترسيب الإبتدائية :

$$TWL = 354.051 - 0.322 = 353.729m$$

حساب الضياعات الهيدروليكية في غرفة التوزيع لأحواض الترسيب الإبتدائية :

1- الضياعات ضمن غرفة التوزيع لأحواض الترسيب الإبتدائية :

بفرض وجود2هدارات طول كل واحد منها /1m/ .

قانون الهدارات :

$$H = \left[\frac{Q}{1.82 \times L}\right]^{0.67}$$

وبإضافة /10cm/

$$H = \left[\frac{0.122}{1.82 \times 2}\right]^{0.67} = 0.103m$$

يكون الضياع :

m 0.203= 0.103+0.1

التدفق الكلي	التدفق لكل حوض m3/sec	الضياع (m)	المنسوب العلوي للماء (m)
Max flow = 0.122	**0.061**	**0.203**	**3530526**
Ave flow = 0.0277	**0.01385**	**-**	**-**
Min flow = 0.0097	**0.00485**	**-**	**-**

2- الضياعات في الأنبوب الخارج من غرفة التوزيع الرئيسية لأحواض الترسيب الإبتدائية :

الأنبوب (3 – 4) .

- **قطر الأنبوب** **. D =200mm**
- **طول الأنبوب** **. L = 30m**
- **السرعة** **.V = 1.94m/sec**
- **التدفق** **. Q = 0.061m^3/sec**
- **الضياع (الخطي والموضعي)** **. H = 0.901 m**

فيكون المنسوب العلوي للماء وسط المروق :

$$TWL = 353.526 - 0.901 = 352.625m$$

- **الضياع في أحواض الترسيب الإبتدائية :**

قطر حوض الترسيب 10m .

1. **الضياع في الفتحات الموجودة في قناة التوزيع وسط المروق بفرض وجود 4 فتحات قطر الواحدة 30 cm**
2. **فيكون الضياع لكل الفتحات : H= 0.006m**
3. **ا لضياع فوق الهدار بفرض هدار V بعرض 250 mm (زاويته 90°) .**

طول الهدار = المحيط = $10\pi = 31.416 \approx 32m$

عدد الهدارات $\frac{32}{0.250} = 128$ هدار

- **التدفق الكلي** $Q/2 = 0.122/2 = 0.061 m^3/\sec$ **(حالة تدفق Q_{max})**
- **التدفق لكل هدار :** $\frac{0.061}{128} = 0.000477$
- **الضياع فوق كل هدار** $H = \left[\frac{0.000477}{1.38 + tg45}\right]^{0.4}$

H = 0.04125 m = 41.25 cm

يضرب بعامل أمان 1.15 ⇐ H = 0.04125 * 1.15 = 0.04744 m

=4.74 cm

- في حالة التدفق الوسطي : Q /2 = 0.01385 m³/sec

فيكون التدفق لكل هدار $\frac{0.01385}{128} = 0.000108 m3/\sec$

$$H = \left[\frac{0.000108}{1.38 \times 1}\right]^{0.4} = 0.02279m$$

= 2.3cm

يضرب بعامل أمان ⇐ 1.15

0.023 ×1.15 = 0.0265cm

H = 0.0265 ≈ 2.65cm

- في حالة التدفق الأصغري :

$$0.00485 = \frac{0.0097}{2} = Q/4$$

التدفق لكل هدار $\frac{0.00485}{128} = 0.00003789$

$$H = 0.01498 = 1.5cm = 0.015m$$

$$0.015 \times 1.15 = 0.01725m = 1.725cm$$

الضياع الخطي في القناة المحيطية : H = 30cm , B = 80cm , Q =0.0305

$$R = \frac{B \times H}{2 \times H + B} = \frac{0.3 \times 0.8}{2 \times 0.3 + 0.8} = \frac{0.24}{0.48} = 0.5$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0305}{0.8 \times 0.3} = \frac{0.0305}{0.24} = 0.127 m/\sec$$

$$hL = \left[\frac{0.127 \times 0.013}{(0.5)^{0.67}}\right]^2 \times 60 = 0.0004m = 0.04cm$$

- **الضياع الكلي في أحواض الترسيب :**

H = 0.04 + 0.0004 = 0.0404 m

- **بفرض الضياع 10/ cm/**
- **المنسوب العلوي للماء في القناة المحيطة :**

m 352.6248 -0.1 = 352.5248 m

حساب الضياعات في الأتبوب (5 -6) :

- **قطر الأنبوب** **. D = 200mm**
- **طول الأنبوب** **. L = 20m**
- **السرعة** **. V = 1.94 m\sec**
- **التدفق** **Q = 0.061 m3/sec**
- **الضياع الكلي** **H = 0.697m**

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max =0.122	0.061	0.697	351.8278
Ave = 0.0277	0.01385	0.697	-
Min = 0.0097	0.00485	0.697	-

3- حساب الضياع في الأنبوب الواصل بين حفرة التفتيش (1) وحفرة التفتيش (2) :

الأنبوب (7–8) :

- **قطر الأنبوب** **. D =300mm**
- **طول الأنبوب** **. L = 40m**
- **السرعة** **.V = 1.72 m/sec**
- **التدفق** **. Q = 0.122 m^3/sec**
- **الضياع الكلي** **. H = 0.602 m**

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/

Max = 0.122	0.122	0.602	351.2258
Ave = 0.0277	0.0277	0.602	-
Min = 0.0097	0.0097	0.602	-

QR = 1.33 Qav   التدفقات :

QR =1.33*0.0277=0.0368

التدفقات دون حمأة راجعة		التدفقات مع حمأة راجعة	
Q	m 3/sec	Q + QR	m 3/sec
Max	0.122	Max	0.1588
Ave	0.0277	Ave	0.0645
Min	0.0097	Min	0.0465

الضياع في الأنبوب الواصل بين حفرة التفتيش (2) وغرفة التوزيع (2) :

الأنبوب (9–10) :

- قطر الأنبوب . D =400mm
- طول الأنبوب . L = 30m
- السرعة .V = 1.26 m/sec
- التدفق . Q = 0.1588 m^3/sec
- الضياع الكلي . H = 0.225 m

Q	Q	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.1588	0.1588	0.225	351.0008
Ave = 0.0645	0.0645	0.225	-
Min = 0.0465	0.0465	0.225	-

الضياعات ضمن غرفة التوزيع لأحواض التهوية :

بفرض وجودهدار طول هذا الهدار /2.5m/ .

قانون الهدارات :

$$H = \left[\frac{Q}{1.82 \times L}\right]^{0.67}$$

$$H = \left[\frac{0.1588}{1.82 \times 2.5}\right]^{0.67} = 0.106m$$

وبإضافة 10سم فيكون الضياع = 0.106+0.1 = 0.206 م

منسوب الماء العلوي بعد هدار الدخول في غرفة التوزيع :

Q	Q	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.1588	0.1588	0.206	350.7948
Ave = 0.0645	0.0645	0.206	-
Min = 0.0465	0.0465	0.206	-

4- حساب الضياع في الأنبوب الخارج من غرفة التوزيع(2) إلى حوض التهوية :

الأنبوب (11 - 12) : .

- قطر الأنبوب . D =300mm
- طول الأنبوب . L =20m
- السرعة .V = 1.12 m/sec
- التدفق . $Q = 0.0794\ m^3/sec$
- الضياع الكلي . H = 0.175 m

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.1588	0.0794	0.175	350.6198
Ave = 0.0645	0.0323	0.175	-
Min = 0.0465	0.0233	0.175	-

حساب الضياعات في حوض التهوية :

بفرض وجودهداردخول طول هذا الهدار /14 m/ :

قانون الهدارات :

$$H = \left[\frac{Q}{1.82 \times L}\right]^{0.67}$$

$$H = \left[\frac{0.0794}{1.82 \times 14}\right]^{0.67} = 0.021m$$

وبإضافة 10 سم فيكون الضياع = 0.021+0.1 =0.121 م

منسوب الماء العلوي بعد هدارالدخول في حوض التهوية :

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.1588	0.0794	0.121	350.4988
Ave = 0.0645	0.0323	0.121	-
Min = 0.0465	0.0233	0.121	-

5- حساب الضياعات ضمن الفتحات الموجودة في منتصف حوض التهوية (المنطقة الهوائية) :

بفرض عدد الفتحات /8/ وأبعاد الفتحة الواحدة (0.2 * 1) :

A =8 * 1 * 0.2 = 1.6m2

القانون المستخدم لحساب الضياع ضمن الفتحة $Q = 0.63A\,(2gh)^{0.5}$.

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max= 0.1588	0.0794	0.0003	350.4985
Ave = 0.0645	0.0323	-	-
Min = 0.0465	0.0233	-	-

بفرض وجودهدار خروج طول هذا الهدار /14 m / :

قانون الهدارات :

$$H = \left[\frac{Q}{1.82 \times L}\right]^{0.67}$$

$$H = \left[\frac{0.0794}{1.82 \times 14}\right]^{0.67} = 0.021m$$

وبإضافة 10 سم فيكون الضياع = 0.021+0.1 =0.121 م

منسوب الماء العلوي بعد هدارالخروج في حوض التهوية :

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.1588	0.0794	0.121	350.3775
Ave = 0.0645	0.0323	0.121	-
Min = 0.0465	0.0233	0.121	-

- **حساب الضياع في الأنبوب الخارج من أحواض التهوية :**

الأنبوب (13 – 14) .

- **قطر الأنبوب** **D =300mm .**
- **طول الأنبوب** **L = 20m .**
- **السرعة** **V = 1.12 m/sec.**
- **التدفق** **Q_{max}= 0.0794 m^3/sec .**
- **الضياع** **H = 0.175 m .**
-

- منسوب الماء العلوي في حفرة التفتيش رقم (2) :

المنسوب العلوي للماء /m/	H	Q/2	Q
350.2025	0.175	0.0794	Max= 0.1588
-	0.175	0.0323	Ave = 0.0645
-	0.175	0.0233	Min = 0.0465

- **حساب الضياع في الأنبوب الواصل بين حفرة التفتيش رقم (3) وغرفة التوزيع رقم (3) .**

الأنبوب (15 – 16) :

- **قطر الأنبوب** **D =400mm .**
- **طول الأنبوب** **L = 20m .**
- **السرعة** **V = 1.26 m/sec.**
- **التدفق** **Q_{max} = 0.1588 m^3/sec .**
- **الضياع** **H = 0.1905 m .**
- **فيكون منسوب الماء العلوي في غرفة التوزيع : 350.2025 - 0.1905 = 350.012 m**

- **حساب الضياع في غرفة التوزيع لأحواض الترسيب الثانوية :**

بفرض وجود هدار طول كل واحد منها /2.5 m/ .

$$H = \left[\frac{Q}{L \times 1.82}\right]^{0.67}$$

$$H = \left[\frac{0.1588}{1.82 \times 2.5}\right]^{0.67} = 0.106m$$

- **وبإضافة /10cm/ يكون الضياع : 0.1+ 0.106 = 0.206 م**

- فيكون منسوب الماء العلوي بعد الهدار = 350.012 - 0.206= 349.806 m

المنسوب العلوي للماء /m/	H	Q/2	Q
349.806	0.206	0.0794	Max= 0.1588
-	0.206	0.0323	Ave = 0.0645
-	0.206	0.0233	Min = 0.0465

-

- حساب الضياع في الأنبوب الواصل بين غرفة التوزيع رقم (3) لأحواض الترسيب الثانوي :

الأنبوب (17 – 18) :

. الضياعات في الأنبوب الخارج من غرفة التوزيع الرئيسية لأحواض الترسيب الثانوية :

- قطر الأنبوب $D = 300mm$.
- طول الأنبوب $L = 30m$.
- السرعة $V =1.12$ m/sec.
- التدفق $Q = 0.0794\ m^3/sec$.
- الضياع (الخطي والموضعي) $H = 0.214$ m .

فيكون المنسوب العلوي للماء وسط المروق :

349.806 – 0.214 = 349.592 m

الضياع الكلي في أحواض الترسيب الثانوي :

- بفرض الضياع /10/ cm
- المنسوب العلوي للماء في القناة المحيطة :

349.592 – 0.1 = 349.492 m

- حساب الضياع في الأنبوب الخارج من حوض الترسيب إلى غرفة التفتيش رقم (4) .

الأنبوب (19 – 20) .

- قطر الأنبوب $D =200$ mm .
- طول الأنبوب $L = 20m$.
- السرعة $V = 1.94$ m\s.
- التدفق $Q_{max} = 0.061m^3/sec$.
- الضياع $H =0.697m$

منسوب الماء العلوي في حفرة التفتيش رقم (4) :

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.122	0.061	0.697	348.795
Ave = 0.0277	0.01385	0.697	-
Min = 0.0097	0.00485	0.697	-

- حساب الضياع في الأنبوب الواصل من حفرة التفتيش رقم (4) وحوض الكلور :

الأنبوب (22 – 21) .

- قطر الأنبوب D = 300 mm .
- طول الأنبوب L = 50 m .
- السرعة V = 0.863m\s.
- التدفق $Q = 0.122m^3/sec$.
- الضياع H = 0.699 m

- منسوب الماء العلوي في غرفة الدخول لحوض الكلور:

Q	Q/2	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.122	0.061	0.699	348.096
Ave = 0.0277	0.01385	0.699	-
Min = 0.0097	0.00485	0.699	-

الضياع فوق الهدار في غرفة الدخول لحوض الكلور :

- بفرض عرض الهدار = 9 m
- H= 0.038 m
- بعد إضافة 10 سم = 0.1+ 0.038 = 0.138 m
-

Q	Q	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.122	0.122	0.138	347.958
Ave = 0.0277	0.0277	0.138	-
Min = 0.0097	0.0097	0.138	-

الضياع فوق هدارالخروج لحوض الكلور بفرض عرض الهدار 9m :

$$H = \left[\frac{Q}{L \times 1.82}\right]^{0.67} = \left[\frac{0.122}{9 \times 1.82}\right]^{0.67} = 0.038$$

بإضافة /10cm/ = فيكون الضياع = 0.138 =0.038+0.1 m

منسوب الماء بعد الهدار = 347.958 - 0.138 = 347.82 m

Q	Q	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.122	0.122	0.138	347.82
Ave = 0.0277	0.0277	0.138	-
Min = 0.0097	0.0097	0.138	-

- **حساب الضياع في الأنبوب الواصل من حوض الكلور والمجرى النهائي :**
- **الأنبوب (23 –24) .**
  - **قطر الأنبوب D = 300 mm .**
  - **طول الأنبوب L = 100 m .**
- **السرعة V = 1.726 m/sec.**
- **التادفق Q= 0.122 m3/ sec**
- **الضياع H = 1.17 m .**

Q	Q	H	المنسوب العلوي للماء /m/
Max = 0.122	0.122	0.018	346.65
Ave = 0.0277	0.0277	-	-
Min = 0.0097	0.0097	-	-

علما أن منسوب الماء = 345 م

ومنسوب الماء الأعظمي = 346 م

ومنسوب مصب الأنبوب بفرض أنه يرتفع 35 سم عن الأرض = 346.35 م

وباعتبار نسبة الإمتلاء(100%) في الأنبوب (23-24) فيكون منسوب الماء النهائي = 346.35+0.3 = 346.65 م .

الملحق

1- الجداول
2- المخططات
3- المراجع

TABLE 6-5

Description of screening devices used in wastewater treatment

Type of screening device	Screening surface: Size classification	Screening surface: Size range in[a]	Screening surface: Screen material	Application	See Figure
Bar rack	Coarse	0.6–1.5	Steel, Stainless-steel	Pretreatment	6-2
Screens:					
Inclined (Fixed)	Medium	0.01–0.1	Stainless-steel wedge-wire screen	Primary treatment	6-3*a*
Inclined (Rotary)	Coarse	0.03× 0.09× 2	Milled bronze or copper plates	Pretreatment	
Drum (rotary)	Coarse	0.1–0.2	Stainless-steel wedge-wire screen	Pretreatment	
	Medium	0.01–0.1	Stainless-steel wedge-wire screen	Primary treatment	6-3*b*
	Fine	6–35μm	Stainless-steel and polyester screen cloths	Removal of residual secondary suspended solids	
Rotary disk	Medium	0.01–0.4	Stainless-steel	Primary treatment	
	Fine	0.001–0.02	Stainless-steel	Primary treatment	6-3*c*
Centrifugal	Fine	0.002–0.02	Stainless-steel, polyester, and various other fabric screen cloths	Primary treatment, secondary treatment with settling tank, and the removal of residual secondary suspended solids	6-3*d*

[a] Unless otherwise noted

Note: mm × 0.03937 = in.

TABLE 10-4

Operational characteristics of activated-sludge processes

Process modification	Flow model	Aeration system	BOD removal efficiency, %	Remarks
Conventional	Plug-flow	Diffused-air, mechanical aerators	85–95	Use for low-strength domestic wastes. Process is susceptible to shock loads.
Complete-mix	Continuous-flow stirred-tank reactor	Diffused-air, mechanical aerators	85–95	Use for general application. Process is resistant to shock loads, but is susceptible to filamentous growths.
Step-feed	Plug-flow	Diffused-air	85–95	Use for general application for a wide range of wastes
Modified aeration	Plug-flow	Diffused-air	60–75	Use for intermediate degree of treatment where cell tissue in the effluent is not objectionable.
Contact stabilization	Plug-flow	Diffused-air, mechanical aerators	80–90	Use for expansion of existing systems and package plants.
Extended aeration	Plug-flow	Diffused-air, mechanical aerators	75–95	Use for small communities, package plants, and where nitrified element is required. Process is flexible.
High-rate aeration	Continuous-flow stirred-tank reactor	Mechanical aerators	75–90	Use for general applications with turbine aerators to transfer oxygen and control floc size.
Kraus process	Plug-flow	Diffused-air	85–95	Use for low-nitrogen, high-strength wastes.

TABLE 10-5

Design parameters for activated-sludge processes

Process modification	θ_c, d	F/M, lb BOD_5 applied/lb MLVSS · d	Volumetric loading, lb BOD_5/10^3 ft^3 · d	MLSS, mg/L	V/Q, h	Q_r/Q
Conventional plug flow	5–15	0.2–0.4	20–40	1,200–3,000	4–8	0.25–0.75
Complete-mix	5–15	0.2–0.6	50–120	2,500–6,500	3–5	0.25–1.0
Step-feed	5–15	0.2–0.4	40–60	1,500–3,500	3–5	0.25–0.75
Modified aeration	0.2–0.5	1.5–5.0	75–150	200–1,000	1.5–3	0.05–0.25
Contact stabilization	5–15	0.2–0.6	60–75	(1,000–3,000)[a] (4,000–9,000)[b]	(0.5–1.0)[a] (3–6)[b]	0.5–1.50
Extended aeration	20–30	0.05–0.15	10–25	1,500–5,000	18–36	0.5–1.50
High-rate aeration	5–10	0.4–1.5	100–1,000	3,000–6,000	2–4	1.0–5.0
Kraus process	5–15	0.3–0.8	40–100	2,000–3,000	4–8	0.5–1.0
High-purity oxygen	3–10	0.25–1.0	100–200	3,000–8,000	1–3	0.25–0.5
Oxidation ditch	10–30	0.05–0.30	5–30	1,500–5,000	8–36	0.75–1.50
Sequencing batch reactor	N/A	0.05–0.30	5–15	1,500–5,000[d]	12–50	N/A
Deep shaft reactor	NI	0.5–5.0	NI	NI	0.5–5	NI
Single-stage nitrification	8–20	0.10–0.25 (0.02–0.15)[c]	5–20	1,500–3,500	6–15	0.50–1.50
Separate stage nitrification	15–100	0.05–0.20 (0.04–0.15)[c]	3–9	1,500–3,500	3–6	0.50–2.00

[a] Contact unit.

[b] Solids stabilization unit.

[c] TKN/MLVSS.

[d] MLSS varies depending on the portion of the operating cycle.

Note: lb/10^3 ft^3 · d × 0.0160 = kg/m^3 · d

lb/lb · d = kg/kg · d

N/A = not applicable

NI = no information

TABLE 12-14

Typical concentrations of unthickened and thickened sludges and solids loadings for gravity thickeners[a]

Type of sludge	Sludge concentration, percent		Solids loading for gravity thickeners, $lb/ft^2 \cdot d$
	Unthickened	Thickened	
Separate			
Primary sludge	2–7	5–10	18–28
Trickling-filter humus sludge	1–4	3–6	7–10
Rotating biological contactor	1–3.5	2–5	7–10
Air activated sludge	0.5–1.5	2–3	2.5–7
High-purity oxygen activated sludge	0.5–1.5	2–3	2.5–7
Extended aeration activated sludge	0.2–1.0	2–3	5–7
Anaerobically digested primary sludge from primary digester	8	12	25
Combined			
Primary and trickling-filter humus sludge	2–6	4–9	12–20
Primary and rotating biological contactor	2–6	4–8	10–16
Primary and modified aeration sludge	3–4	5–10	12–20
Primary and air activated sludge	2–5	2–8	8–16
Waste activated sludge and trickling-filter humus sludge	0.5–2.5	2–4	2.5–7
Anaerobically digested primary and waste activated sludge	4	8	14
Thermally conditioned			
Primary sludge	3–6	12–15	40–50
Primary and waste activated sludge	3–6	8–15	28–40
Waste activated sludge	0.5–1.5	6–10	20–28

[a] Adapted in part from Ref. 42.

Note: $lb/ft^2 \cdot d \times 4.8824 = kg/m^2 \cdot d$

Таблица 29

$b = 250$ *мм*

Наполнение в долях b	Уклоны в тысячных													
	1		2		3		4		5		6		7	
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,1	1,08	0,17	1,52	0,24	1,87	0,30	2,16	0,35	2,41	0,39	2,64	0,42	2,86	0,46
0,2	3,10	0,25	4,38	0,35	5,37	0,43	6,19	0,50	6,93	0,55	7,60	0,61	8,20	0,66
0,3	5,56	0,30	7,87	0,42	9,65	0,51	11,1	0,59	12,4	0,66	13,6	0,73	14,7	0,79
0,4	8,30	0,33	11,7	0,47	14,4	0,58	16,6	0,66	18,6	0,74	20,3	0,81	22,0	0,88
0,5	11,2	0,36	15,9	0,51	19,5	0,62	22,5	0,72	25,2	0,81	27,6	0,88	29,8	0,95
0,6	14,3	0,38	20,2	0,54	24,8	0,66	28,6	0,76	32,0	0,85	35,1	0,94	37,9	1,01
0,7	16,7	0,40	23,6	0,56	28,9	0,69	33,3	0,80	37,3	0,89	40,9	0,98	44,2	1,06
0,8	20,7	0,41	29,2	0,58	35,8	0,72	41,3	0,83	46,2	0,92	50,6	1,01	54,7	1,09
0,9	23,9	0,42	33,8	0,60	41,5	0,74	47,8	0,85	53,5	0,95	58,6	1,04	63,3	1,13
1,0	27,6	0,44	39,1	0,62	47,9	0,75	55,3	0,87	61,8	0,97	67,8	1,07	73,2	1,15
1,2	33,9	0,45	48,0	0,64	58,8	0,78	67,8	0,90	75,9	1,01	83,2	1,11	89,8	1,20
1,4	40,7	0,47	57,6	0,66	70,6	0,81	81,4	0,93	91,1	1,04	99,8	1,14	107,8	1,23
1,6	47,6	0,48	67,3	0,67	82,5	0,83	95,2	0,95	106,5	1,06	116,7	1,17	126,1	1,26
1,8	54,5	0,48	77,0	0,68	94,4	0,84	108,9	0,97	121,9	1,08	133,6	1,19	144,3	1,28
2,0	61,4	0,49	86,9	0,70	106,5	0,85	122,8	0,98	137,4	1,10	150,6	1,21	162,7	1,30

TABLE 12-15

Typical solids loadings for dissolved-air flotation units [a, b]

Type of sludge	Loading, lb/ft² · d: Without chemical addition	Loading, lb/ft² · d: With chemicals
Air activated sludge	10	Up to 45
High-purity oxygen activated sludge	14–20	Up to 55
Trickling-filter humus sludge	14–20	Up to 45
Primary + air activated sludge	14–30	Up to 45
Primary + trickling-filter humus sludge	20–30	Up to 60
Primary only	20–30	Up to 60

[a] Adapted in part from Ref. 42.

[b] Loading rates necessary to produce a minimum 4 percent solids concentration in the float.

Note: lb/ft² · d × 4.8824 = kg/m² · d

TABLE 10-12

Typical design information for secondary clarifiers [a]

Type of treatment	Overflow rate, gal/ft² · d: Average	Overflow rate, gal/ft² · d: Peak	Solids loading, lb/ft² · h: Average	Solids loading, lb/ft² · h: Peak	Depth, ft
Settling following air activated-sludge (excluding extended aeration)	400–800	1,000–1,200	0.8–1.2	2.0	12–20
Settling following oxygen activated-sludge	400–800	1,000–1,200	1.0–1.4	2.0	12–20
Settling following extended aeration	200–400	600–800	0.2–1.0	1.4	12–20
Settling following trickling filtration	400–600	1,000–1,200	0.6–1.0	1.6	10–15
Settling following rotating biological contractors:					
Secondary effluent	400–800	1,000–1,200	0.8–1.2	2.0	10–15
Nitrified effluent	400–600	800–1,000	0.6–1.0	1.6	10–15

[a] Adapted in part from Ref. 60.

Note: gal/ft² · d × 0.0407 = m³/m² · d
lb/ft² · h × 4.8824 = kg/m² · h
ft × 0.3048 = m

TABLE 10-11

Typical aeration tank dimensions for mechanical surface aerators

Aerator size, hp	Tank dimensions, ft: Depth	Tank dimensions, ft: Width
10	10–12	30–40
20	12–14	35–50
30	13–15	40–60
40	12–17	45–65
50	15–18	45–75
75	15–20	50–85
100	15–20	60–90

Note: hp × 0.7457 = kW
ft × 0.3048 = m